



Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen

Fachgebiet Computergestützte Modellierung und Simulation

Prof. Dr.-Ing. André Borrmann

Analyse der BIM-Software Autodesk Revit Architecture 2012 anhand der Modellierung eines Gebäudes der Technischen Universität München

Michael Weinholzer

Bachelorthesis

für den Bachelor of Science Studiengang Bauingenieurwesen

Autor:	Michael Weinholzer
Matrikelnummer:	
Betreuer:	Prof. Dr.-Ing. André Borrmann
	Fabian Ritter M. SC.
Ausgabedatum:	07. November 2011
Abgabedatum:	27. Februar 2012

Erste, leicht überarbeitete Version
vom 06.04.2012

Abstract

The Building Information Model is a part of the Building Information Modeling process, in which the model represents a three-dimensional, digital copy of either a planned or already existing facility. The Building Information Model contains all appropriate information created or gathered about that facility. It shall support the participants to describe the building throughout its lifecycle.

On the one hand this Thesis specifies the required Software to create such a model and on the other hand it identifies the complexity and usability of the utilized Software. The analyzed Building Information Modeling Software used in this Thesis is Revit Architecture 2012 which is developed by the Autodesk Company.

To analyze the above-mentioned issues a Building Information Model has been created in Revit Architecture 2012. Thereby Building IV of the "Technischen Universität München" was modeled by dint of the mentioned computer program. The Thesis describes the steps to be taken from the import of the specific floor plan drawings to the creation of different elements like walls and ceilings, windows and doors as well as the modeling of the roof system and the staircases. Afterwards some problems and limitations concerning the software are described.

In conclusion the Thesis delineates the possibilities of data exchange plus the visualization and rendering options the software features.

Zusammenfassung

Das Bauwerksinformationsmodell beschreibt ein dreidimensionales, digitales Abbild eines geplanten oder bereits existenten Bauwerks und stellt einen Teil des Building Information Modeling Prozesses dar. Das Bauwerksinformationsmodell beinhaltet dabei alle entsprechenden Informationen über das Bauwerk, die im Laufe der Zeit geschaffen oder gewonnen werden. Dies soll die Beteiligten dabei unterstützen das Bauwerk über den gesamten Lebenszyklus zu beschreiben.

Die Arbeit beschreibt einerseits die benötigte Software zur Erstellung eines solchen Modells und andererseits die Komplexität und Bedienfreundlichkeit der verwendeten Software. In dieser Arbeit wurde die Building Information Modeling Software Revit Architecture 2012 der Firma Autodesk analysiert.

Um die oben erwähnten Punkte zu untersuchen wurde ein Bauwerksinformationsmodell in Revit Architecture 2012 entwickelt. Dabei wurde Gebäude IV der Technischen Universität München mithilfe des genannten Computerprogramms modelliert.

Die Arbeit beschreibt dabei die erforderlichen Schritte vom Import der Grundrisspläne bis hin zur Entwicklung verschiedener Elemente, wie z.B. Wänden und Geschossdecken, Fenstern und Türen, sowie der Modellierung des Dachaufbaus und der Treppenhäuser. Anschließend werden noch einige Probleme und Einschränkungen bezüglich der Software beschrieben.

Abschließend befasst sich die Arbeit mit den Möglichkeiten des Datenaustausches sowie der Visualisierung und den Funktionen zur Erzeugung fotorealistischer Bilder.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Hintergründe

Die Sesshaftigkeit, mit der die Entstehung der ersten Siedlungen bezeichnet wird[1], hat zu dem Bewusstsein der Menschheit beigetragen, sich mit Bauwerken unterschiedlichster Art und Nutzung auseinanderzusetzen. Die verschiedenen Einflüsse aus der natürlichen Umgebung machten es erforderlich, ein soziales Miteinander zu schaffen, um sich diesen zu stellen und das Überleben zu sichern. Es musste für einen Unterschlupf gesorgt werden, der die Menschen vor den vorherrschenden Witterungseinflüssen schützt. Weiterhin haben sich die Menschen schon früh mit Konstruktionen beschäftigt, mit denen Hindernisse überbrückt werden konnten. Zwar spielten Begriffe wie die Bauausführung oder diverse Baukonstruktionen nur eine untergeordnete Rolle, jedoch konnten größere Bauprojekte damals wie heute nur in Zusammenarbeit verwirklicht werden.

Die gebaute Umwelt spiegelt die Bedürfnisse wider, die in einer menschlichen Gemeinschaft vorherrschen. Sie kommen besonders im sozialen und materiellen Bereich zum Ausdruck, reflektieren aber auch den Individualismus einzelner Personen, die in dieser Gemeinschaft leben. Gemeinschaftliche Einrichtungen, wie z.B. Schulen, Universitäten und Bibliotheken, aber auch Sportstätten und Einkaufszentren, beschreiben die Gesellschaft und Kultur in denen sie errichtet wurden. Von daher wird dem äußeren Erscheinungsbild sowie der funktionalen und technischen Ausstattung eines Gebäudes eine besondere Rolle zugeteilt.

1.1 Einführung

Die Projekte der Gegenwart sind meistens sehr komplex und erfordern ein hohes Maß an technischem Know-how. Aus diesem Grund werden für die Planung, den Bauentwurf, die Bauausführung, sowie die Aufrechterhaltung und den Betrieb eines Bauobjektes sehr viele Spezialisten benötigt. Das Zusammenspiel einzelner Individuen mit verschiedenen Fähigkeiten und Interessen macht es erst möglich die komplexen Bauvorhaben der Neuzeit zu realisieren. Von daher ist es für die beteiligten Unternehmen erstrebenswert, die Zusammenarbeit aller Mitarbeiter, durch eine verbesserte Koordination, zu erhöhen. Hinzu kommt, dass die globale Marktwirtschaft der Gegenwart, ein erhöhtes Maß an Effizienz und Wirtschaftlichkeit aller beteiligten Unternehmen erfordert, um auf einem Markt, der einen stetig steigenden Wettbewerbsdruck beinhaltet, überhaupt konkurrenzfähig zu bleiben.

Die primären Ziele von heutigen Bauprojekten bestehen darin, die Abwicklung so zu gestalten, dass das Bauprojekt den Bedürfnissen und Wünschen des Bauherren oder einer Gruppe von Bauherren entspricht und möglichst effizient errichtet wird. Um dies zu erreichen ist die reibungslose Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten in personeller und technischer

[1] http://de.wikipedia.org/wiki/Sesshaftigkeit

Hinsicht von großer Bedeutung. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden setzt die Bauindustrie verstärkt auf neue Technologien im Bereich der computergestützten Modellierung und Simulation. Dieser Bereich hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Die zweidimensionalen Computer Aided Design (CAD)-Programme haben sich weiterentwickelt zu vierdimensionalen objektorientierten CAD-Programmen. Die neue Software ist Teil des Building Information Modeling (BIM)- Prozesses, welcher Einzug in viele Bereiche des Architecture, Engineering and Construction (AEC)-Marktes hält.

Die Hersteller einer solchen Software sind namenhafte Unternehmen mit einschlägiger Erfahrung im Bereich des rechnerunterstützten Zeichnens. Zu ihnen zählen unter anderem die Unternehmen Tekla, Nemetschek, Graphisoft und Autodesk. Alle vier sind seit Jahren erfolgreich auf dem Softwaremarkt vertreten und haben ihre eigene BIM-Software entwickelt und auf den Markt gebracht[2]. Der finnische Hersteller Tekla mit Tekla Structures, Nemetschek mit Nemetschek Allplan sowie Graphisoft mit ihrer BIM Software ArchiCAD und Autodesk mit ihrer Produktpalette Revit.

1.2 Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit wird die Benutzerfreundlichkeit des Programms Autodesk Revit Architecture näher analysiert, um herauszufinden, inwieweit das Programm für den BIM-Prozess geeignet ist. Im Vordergrund steht dabei aber weniger die reibungslose Zusammenarbeit einzelner Projektteams, die für eine effiziente und wirtschaftliche Abwicklung anspruchsvoller Bauprojekte gefordert wird. Vielmehr soll untersucht werden, welche Vorteile ein dreidimensionales Gebäudemodell gegenüber einer herkömmlichen zweidimensionalen CAD-Zeichnung besitzt. Weiterhin soll der Aufwand beschrieben werden, der nötig ist, um die Mitarbeiter eines Unternehmens in ein BIM-Programm einzuarbeiten und ob sich dieser mittlerweile auszahlt.

1.3 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 soll zunächst eine Definition des Begriffs Building Information Modeling gegeben werden. Dabei soll der Building Information Modeling (BIM)-Prozess erläutert, und die verwendete BIM-Software von ursprünglichen CAD-Programmen abgegrenzt werden. Außerdem sollen das Ziel und die Beteiligten eines BIM-Projektes genannt werden.

Anschließend wird in Kapitel 3 die Firma Autodesk vorgestellt, die die verwendete BIM-Software, zur Erstellung des vorliegenden Building Information Model, entwickelt hat. Hierbei wird insbesondere auf die Vermarktung der Software durch das Unternehmen eingegangen.

[2] Bachelorarbeit, Steger, 2009

Darauf aufbauend wird in Kapitel 4 das BIM-Programm Revit Architecture 2012 vorgestellt. Hierbei werden zunächst die Begriffe erläutert, die in dem Programm verwendet werden, um anschließend die Benutzeroberflächen von Revit Architecture 2012 zu analysieren. Im Kapitel 5 wird das Vorgehen zur Erstellung des Building Information Model erläutert. Dabei wird zunächst die Testumgebung und anschließend die Modellierung von Gebäude IV der Technischen Universität München beschrieben. Daran anknüpfend werden in Kapitel 6 Probleme und Einschränkungen behandelt, die bei der Modellierung des Gebäudes aufgetreten sind.

Anschließend sollen die Möglichkeiten analysiert werden, die ein Building Information Model in Autodesk Revit Architecture 2012 bietet. Dabei wird insbesondere auf den Datenaustausch in andere Dateiformate, sowie die Visualisierung in Revit Architecture eingegangen.

Kapitel 2

BIM – Building Information Modeling

In den letzten Jahren sind CAD-Programme zunehmend intelligenter geworden. Ursprünglich haben CAD-Programme lediglich als Hilfsmittel zum technischen Zeichnen gedient. Die erstellten Zeichnungen bestanden dabei aus zweidimensionalen Vektorlinien verschiedenen Typs. Als organisatorisches Hilfsmittel wurde später die sogenannte Layertechnik eingeführt. Damit konnten Teile einer Zeichnung auf verschiedenen Ebenen erstellt und übereinander gelegt werden[3]. Im Laufe der Zeit wurde den zweidimensionalen Linien die Dimension der Tiefe hinzugefügt. Daraufhin konnten erste dreidimensionale Körper gezeichnet werden. Die dreidimensionalen CAD-Programme wurden weiterentwickelt. So waren bereits einige Zeit später einzelne Objekte, wie z.B. Wände, Türen und Fenster in den Programmen enthalten. In seinem Buch „BIM Handbook-A GUIDE TO BUILDING INFORMATION MODELING“ beschreibt Eastman, 2011 den vollzogenen Wandel, weg von ursprünglichen 2D-Zeichnungen und 3D-Bildern hin zu der eigentlichen Information, die in heutigen CAD-Dateien enthalten ist.

2.1 Begriffsdefinition BIM

Building Information Modeling stellt einen Design-Prozess dar, der die Entwicklung, Verwaltung und Analyse von vierdimensionalen, echtzeit-dynamischen, computergenerierten Modellen beschreibt[4]. Im engeren Sinne beschreibt BIM den Vorgang zur Erschaffung eines digitalen Bauwerksmodells, dem Building Information Model oder zu Deutsch dem Bauwerksinformationsmodell. Im weiteren Sinne soll mithilfe des BIM-Prozesses der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerks von der Planung über den Bau und Betrieb bis hin zum Rückbau beschrieben werden[5]. Das Building Information Model dient dabei als konsistentes digitales Bauwerksmodell, das alle geometrischen und beschreibenden Informationen, wie z.B. Formen und Materialien verschiedener Bauelemente, integriert und für die Beteiligten des BIM-Prozesses jederzeit bereitstellt. Dabei handelt es sich bei der BIM Software der einzelnen Hersteller meist um parametrische, dreidimensionale und bauteilorientierte CAD Software. Allerdings gehören zur BIM Software auch Programme, die Auswertungs- und Simulationswerkzeuge auf Basis dieser Modelle zur Verfügung stellen.

[3] http://de.wikipedia.org/wiki/CAD
[4] http://www.hochtief-vicon.de/vicon/35.jhtml
[5] http://www.cms.bv.tum.de/de/component/content/article/209

Eine Definition, die das Komitee National Building Information Modeling Standard (NBIMS) als seine Vision formuliert hat, lautet wie folgt:

“BIM is an improved planning, design, construction, operation, and maintenance process using a standardized machine-readable information model for each facility, new or old, which contains all appropriate information created or gathered about that facility in a format useable by all throughout its lifecycle.” (NIBS, 2008)

Für das National Institute of Building Sciences (NIBS) bedeutet Building Information Modeling also, für jede geplante oder bereits vorhandene Einrichtung ein digitales Gebäudemodell zu schaffen, indem alle bereits verfügbaren Informationen über das Gebäude enthalten sind. Diese Informationen können über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, angefangen mit dem Entwurf bis hin zur Entsorgung, für die jeweiligen Beteiligten bereitgestellt werden.

Weiterhin kategorisiert das Komitee den Begriff Building Information Modeling in drei zu unterscheidende Teile:

1. Als Produkt
2. Als einen IT basierten genormten und gemeinschaftlichen Prozess
3. Als einen Anspruch, den Lebenszyklus einer Einrichtung zu organisieren

Diese Kategorisierung unterstützt laut Eastman, 2011 die Bildung einer informationsbasierten Wertschöpfungskette in der Bauindustrie, welche die unmissverständliche Entwicklung des Building Information Model repräsentiert.

Das Ziel eines BIM-Projektes ist, den unterschiedlichen Informationsanforderungen der einzelnen Beteiligten gerecht zu werden. Die Mitglieder eines BIM-Projektes sind zahlreich und vielfältig. Zu ihnen zählen unter anderem Grundstückseigentümer und Gebäudeeigentümer, die Finanzwirtschaft, sowie der gesamte Bereich der Bauwirtschaft, der sogenannte Architecture, Engineering and Construction (AEC)-Markt. Des Weiteren werden alle Zulieferer- und Herstellerunternehmen, genauso wie Unternehmen, die sich auf die Instandhaltung und Instandsetzung und den Betrieb von Gebäuden spezialisiert haben und Personen oder Unternehmen, die diese nutzen, mit einbezogen. Letztlich gehören zu den Projektbeteiligten auch Behörden, der Denkmalschutz und Entsorgungsunternehmen, die für den Rückbau zuständig sind. Die Schnittstellen zwischen den einzelnen Mitgliedern bergen das Risiko einer großen Anzahl von Missverständnissen untereinander, die aus einem mangelnden Informationsaustausch resultieren. Aus diesem Grund soll mithilfe von BIM die Kommunikation, Kooperation, Simulation und die Optimierung über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks unterstützt werden. Dies wird dadurch erreicht, dass den Beteiligten die Informationen bedarfsgerecht und jeder Zeit bereitgestellt werden und somit ein effizientes Arbeiten ermöglicht wird.

Kapitel 3

Das Softwareunternehmen Autodesk

Der amerikanische Softwarehersteller Autodesk besitzt mit seinen Programmen AutoCAD und Revit die größten Marktanteile in ganz Deutschland (Ritter, 2011) und ist auch mit diversen weiteren Produkten auf dem internationalen Markt vertreten. Laut Autodesk[6] nutzen mittlerweile mehr als 10 Millionen professionelle Anwender in 185 Ländern tagtäglich Programme der Firma Autodesk.

Auf der Homepage der Autodesk Education Community[7] bietet das Unternehmen seine Software kostenlos für alle interessierten Studenten an. Einer der Hauptgründe ist sicherlich, zukünftige Anwender mit den Produkten des Unternehmens vertraut zu machen und sich so auch in Zukunft Marktanteile zu sichern.

Die Firma Autodesk zählt zu den Softwareherstellern, die die Entwicklung von BIM Software in den letzten Jahren stark vorangetrieben hat. Autodesk hat unter anderem den Revit Server entwickelt, der das Zusammenarbeiten von Projektteams an unterschiedlichen Standorten über das Wide Area Network (WAN) an einer gemeinsamen Datei unterstützt[8]. Dieser wurde von Autodesk ins Leben gerufen, um die Zusammenarbeit von verschiedenen Nutzern weiter zu verbessern.

3.1 BIM aus Sicht der Firma Autodesk

Die Firma Autodesk hat einen großen Anteil an der Prägung des Begriffs Building Information Modeling[9]. BIM stellt laut Autodesk ein integriertes Verfahren dar, mithilfe dessen eine digitale Analyse eines Bauprojekts noch vor dem Bau geschaffen werden kann. Durch 3D-Visualisierungen soll die Kommunikation zwischen allen Beteiligten gefördert werden. Außerdem können Änderungen im Bereich Kosten, Zeitplan und Umwelt realistisch simuliert werden. Die Revit-Plattform dient dabei als Planungs- und Dokumentationssystem[10].

Eine grundlegende Eigenschaft einer BIM-Anwendung ist die Fähigkeit zur Koordination von Änderungen und die ständige Einhaltung der Konsistenz (Autodesk, 2011). Das bedeutet unter anderem, dass sämtliche Änderungen automatisch in allen Zeichnungen und Verknüpfungen aktualisiert werden. Die BIM Software entscheidet dabei selbständig, welche Teile von diesen Änderungen betroffen sind und überträgt diese auf die entsprechenden Elemente.

[6] http://www.autodesk.de/adsk/servlet/index?siteID=403786&id=474685
[7] http://students.autodesk.com/
[8] Untersuchung der Möglichkeiten und Vorteile des modellgestützten kooperativen Planens anhand von Autodesk Produkten (Master Thesis von Fabian Ritter, November 2011)
[9] http://de.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling
[10] http://www.acadgraph.de/fileadmin/bilder/Produkte/Bau%20und%20Architektur/BIM_Broschuere.pdf

3.2 Vermarktung der Software Revit Architecture durch die Firma Autodesk

Die Firma Autodesk verspricht mit ihrem Produkt Autodesk Revit Architecture die optimale BIM-Lösung für Architekten und Planer entwickelt zu haben[11]. Sofern die Projektbeteiligten, die aus verschiedenen Berufszweigen zusammenkommen, ausschließlich BIM-Programme der Firma Autodesk nutzen, arbeiten alle Anwender an nur einem einzigen Datensatz, dem Gebäudedatenmodell. Zu den BIM-Programmen der Firma Autodesk gehören dabei unter anderem die Programme Revit Architecture, Revit Structure und Revit MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing). Der Begriff MEP kann hierbei mit der technische Gebäudeausrüstung (TGA) eines Bauwerks verglichen werden. Dementsprechend stehen alle Informationen eines Projektes für alle Teammitglieder dieser Bereiche zentral und einheitlich zur Verfügung.

Die Firma Autodesk verspricht Unternehmen, die BIM-Produkte von Autodesk nutzen, mehr Produktivität und Effizienz sowie einen deutlichen Wettbewerbsvorsprung gegenüber Unternehmen, die Bauwerke mit CAD-Software realisieren, die den BIM-Prozess nicht unterstützen.

In Abbildung 3.1 wird der Aufbau einer BIM-Datenbank dargestellt. Ein in Revit erstelltes Building Information Model wird in einer einzigen Datei, dem Gebäudedatenmodell abgelegt. In dieser Datei sind alle bereits erstellten Objekte sowie Informationen über spezifische Eigenschaften dieser Objekte enthalten. Wird das Building Information Model geändert oder aktualisiert, überträgt die BIM Software diese in das Gebäudedatenmodell. Dadurch werden alle Änderungen und Aktualisierungen in den Ansichten, Grundrissen und Schnitten, sowie Plänen und Bauteillisten angezeigt. Um das Arbeiten mehrerer Beteiligter aus verschiedenen Berufszweigen zu realisieren, stellt das Gebäudedatenmodell somit die zentrale Datei dar, in der alle Informationen zusammenfließen um das Arbeiten mit konsistenten Daten zu ermöglichen.

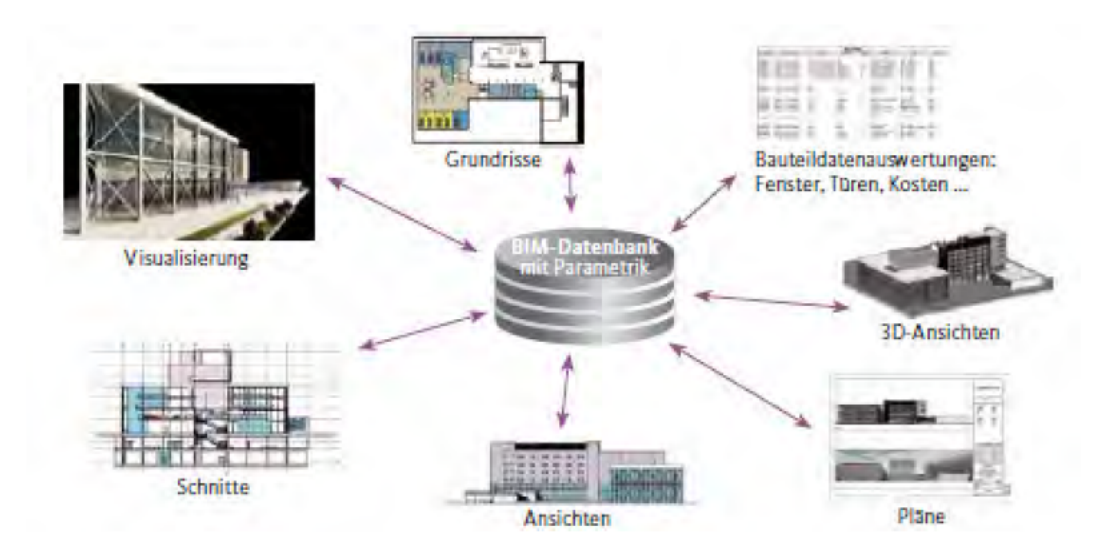


Abbildung 3.1: Über die BIM-Datenbank werden Änderungen automatisch in Ansichten, Plänen, Schnitten, Bauteillisten, usw. übernommen.

[11] http://images.autodesk.com/emea_dach_main_germany/files/10_gr_nde_f_r_revitarch.pdf

Weiterhin verspricht Revit Architecture eine vollfunktionsfähige parametrische Gebäudemodellierung[12]. Dies beinhaltet das setzen von Abhängigkeiten zwischen mehreren verschiedenen Elementen. Bei Änderungen werden die Abhängigkeiten automatisch mitberücksichtigt. Abbildung 3.2 stellt eine im Familieneditor von Revit Architecture 2012 erstellte Fensterfamilie dar. Durch die gesetzten Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Fensterelementen passt sich jedes Element bei Änderungen entsprechend an. Dabei können die Werte der definierten Parameter beliebig variiert werden.

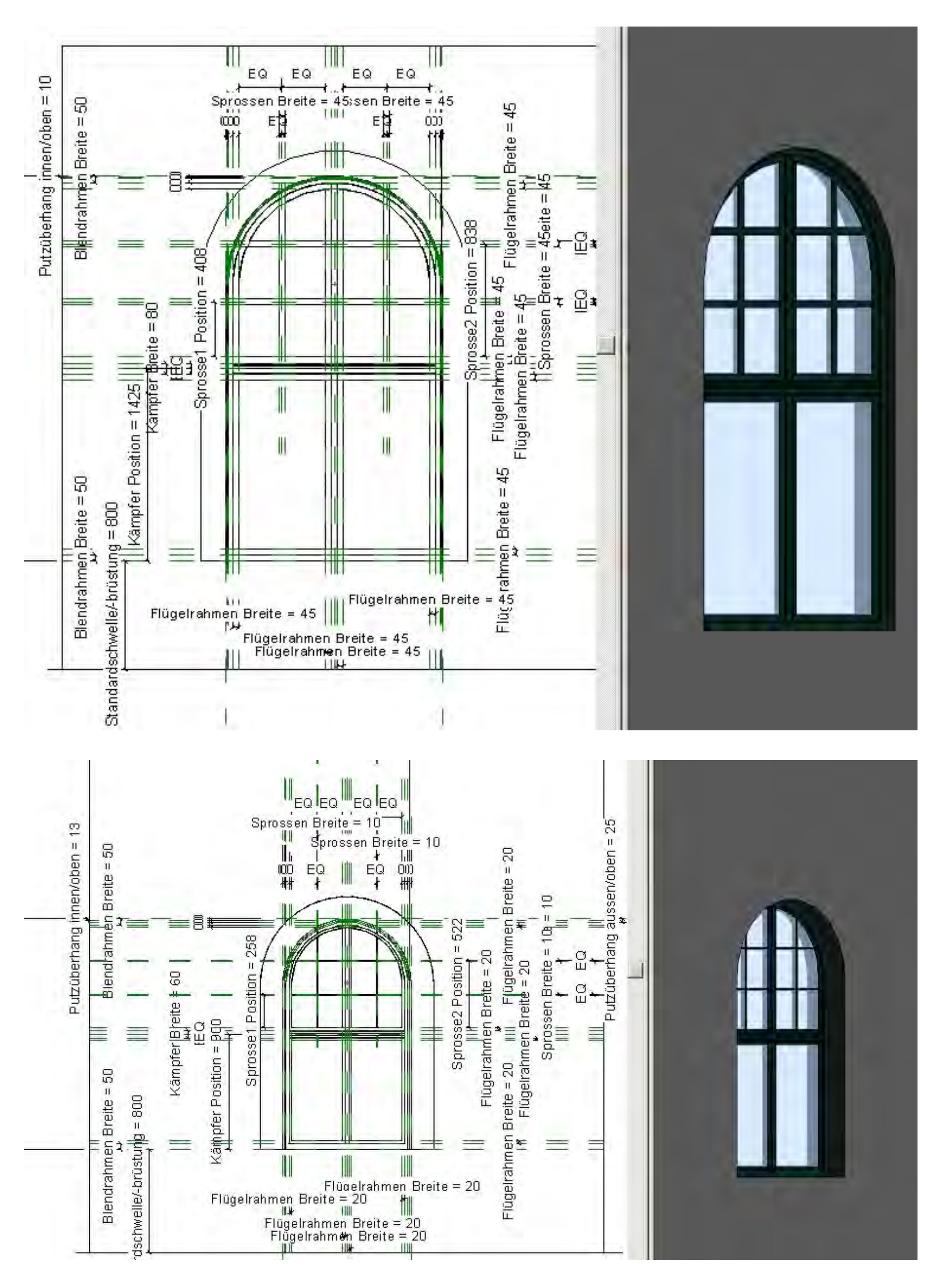


Abbildung 3.2: Parametrisches Fenster. Durch die gesetzten Abhängigkeiten passt sich jedes Element bei Änderungen entsprechend an.

[12] http://images.autodesk.com/emea_dach_main_germany/files/10_gr_nde_f_r_revitarch.pdf

Die Benutzeroberfläche von Autodesk Revit ähnelt der von anderen aktuellen Autodesk- und Microsoft-Office-Produkten. In Abbildung 3.3 ist zu sehen, dass jede dargestellte Benutzeroberfläche, mit Registerkarten und einer Multifunktionsleiste ausgestattet ist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Multifunktionsleiste der einzelnen Oberflächen zudem in Gruppen unterteilt.

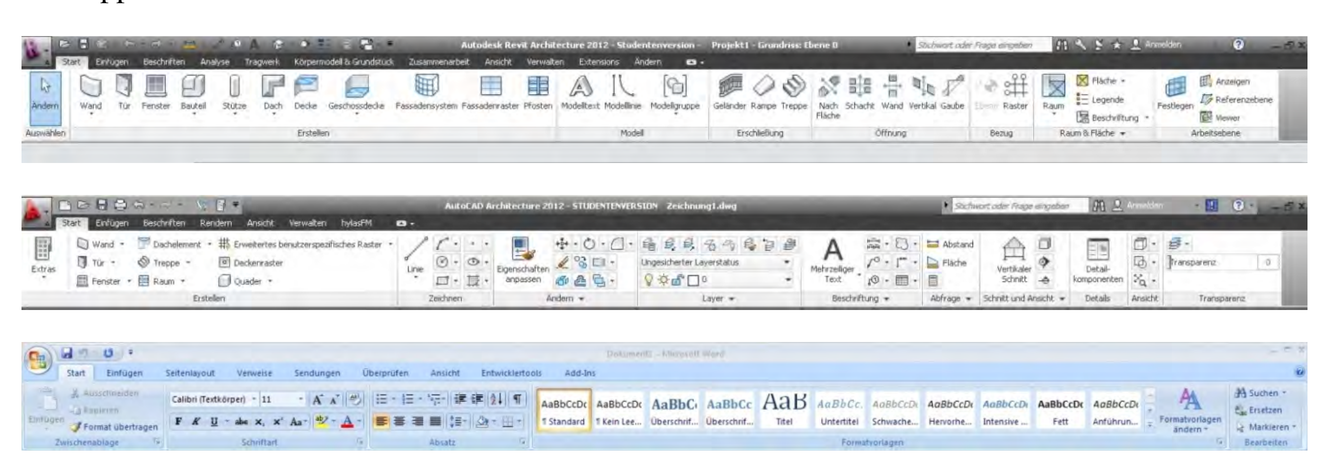


Abbildung 3.3: Exemplarisch sind hier relevante Teile der Benutzeroberflächen von Revit Architecture 2012 (Oben), Auto CAD Architecture 2012 (Mitte) und Microsoft Office Word 2007 (Unten) dargestellt. Alle dargestellten Benutzeroberflächen sind mit Registerkarten sowie einer Multifunktionsleiste ausgestattet.

In Autodesk Revit sind mehrere Softwarekomponenten enthalten. So können laut Autodesk neben der 3D-Modellierung präsentationsreife Renderings erstellt werden. Der Renderer ist in Revit Architecture bereits integriert und nutzt Mental Ray als Engine.

Rendering

Unter der EDV Bezeichnung Rendering versteht man die Berechnung fotorealistischer, dreidimensionaler Abbildungen, wobei Lichteffekte wie Schatten und Lichtreflexionen simuliert werden[13].

Mental Ray

Mental Ray ist eine fotorealistische Rendering Software mit sehr hoher Leistung. Entwickelt von der deutschen Firma „Mental Images“, wurde Mental Ray im Dezember 2007 an NVIDIA veräußert[14]. Das Programm erzeugt sehr realistische Grafiken computergestützter Entwürfe und digitaler Anlegedaten. Dabei vertraut Mental Ray auf einen patentierten Algorithmus der Lichtstrahlverfolgung[15], dem sogenannten Raytracing.

Raytracing

Der Begriff Raytracing steht für die Erzeugung von realistisch wirkenden, dreidimensionalen Grafiken. Bei diesem Verfahren wird für jeden einzelnen Punkt, der aus der Bildpunktfarbe resultierende Lichtstrahl zu den vorhandenen Lichtquellen zurückverfolgt[16].

[13] http://www.bullhost.de/r/rendering.html
[14] http://en.wikipedia.org/wiki/Mental_ray#Features
[15] http://www.mentalimages.com/products/mental-ray.html
[16] http://www.bullhost.de/r/raytracing.html

Die Firma Autodesk verspricht zudem einen Gewinn an Planungssicherheit[17]. So kann in mehreren Ansichten gleichzeitig gearbeitet werden. Dadurch können Fehlerquellen und mögliche Kollisionen zwischen modellierten Bauteilen besser erkannt und beseitigt werden. In Revit Architecture kann auch eine Kollisionsanalyse durchgeführt werden um z.B. Überschneidungen zweier Wände zu finden. Durch individuell einstellbare 3D-Schnitte können verdeckte Bereiche sichtbar gemacht werden.

Auch das Planen im Bestand soll mit Revit Architecture möglich sein. Ob das Modellieren eines Bestandsgebäudes in Revit Architecture sinnvoll ist, wird in Kapitel 5 analysiert.

[17] http://images.autodesk.com/emea_dach_main_germany/files/10_gr_nde_f_r_revitarch.pdf

Kapitel 4

BIM Software – Einführung in Autodesk Revit Architecture 2012

In Revit werden alle Informationen, die im Laufe der Zeit über ein Projekt gesammelt werden, in einer Datenbank gebündelt. Alle Zeichnungen, 2D und 3D Ansichten sowie Bauteillisten werden aus diesen Daten abgeleitet. Bei Aktualisierungen oder Änderungen, die entweder am Modell oder in Zeichnungs- und Bauteillistenansichten von einzelnen Projektbeteiligten durchgeführt werden, speichert Revit diese Informationen im Gebäudemodell und aktualisiert sie in allen anderen Ansichten des Projekts.

In diesem Kapitel werden zunächst einige Begriffe erläutert, um die anschließende Diskussion der Revit Funktionen verständlicher zu machen.

4.1 Begriffsdefinitionen

Die nachfolgenden Definitionen wurden sinngemäß aus dem Benutzerhandbuch für Revit Architecture 2011 (Autodesk, 2011) übernommen.

Parametrik

Der Begriff Parametrik bezieht sich auf die Beziehungen zwischen einzelnen Elementen in einem Modell, die die Koordination und die Änderungsverwaltung in Revit Architecture ermöglichen. Die Schaffung solcher Beziehungen erfolgt einerseits automatisch durch die Software und kann andererseits auch vom Anwender selbst erstellt werden. Beim Einbau eines Fensters in eine Wand wird die passende Wandöffnung von Revit Architecture z.B. automatisch erzeugt. Parameter definieren diese Beziehungen dabei in Form von Zahlen oder Eigenschaften. Die Vorzüge einer Software mit Parametrik sind die leichtere Koordination und die Steigerung der Produktivität. Die Beziehungen zwischen einzelnen Elementen sind dabei von unterschiedlicher Art. Ein Parameter kann entweder eine Abhängigkeit in Form eines Zahlenwertes oder eine proportionale Eigenschaft einzelner Elemente entlang einer gegebenen Ansicht darstellen. Ein Parameter kann außerdem eine Verknüpfung oder Verbindung zwischen verschiedenen zueinander in Abhängigkeit stehenden Elementen sein.

Revit-Projekt

Ein Revit-Projekt dient als zentrale Datenbank eines Gebäudemodells, in der alle Informationen enthalten sind, die im realen Projekt benötigt werden. In der Projektdatei sind sowohl die Geometrie- als auch die Konstruktionsdaten enthalten, die für den Gebäudeentwurf erforderlich sind. Zu diesen zählen unter anderem die verwendeten Bauteile, die Anschichten des Projekts sowie sämtliche Zeichnungen des Entwurfs. Mithilfe einer singulären zentralen Datenbank wird dabei die Verwaltung des Projektes erleichtert.

Ebene

In dem Programm Revit Architecture stellen Ebenen eine unendliche horizontale Fläche dar. Diese dienen als Referenzen für Elemente wie Dächer oder Geschossdecken. Damit können Ebenen z.B. dazu verwendet werden, die Höhe eines Geschosses zu definieren.

Element

Elemente sind die verschiedenen Bauteile, die in Revit Architecture nach Kategorie, Familie und Typ unterteilt werden.

Beim Erstellen eines Elements in einem Projekt wird das Element innerhalb von vier Ebenen definiert. Die oberste Ebene ist dabei die Elementkategorie. Darunter folgt die Einordnung nach der Familie. Anschließend folgt der Familientyp. Die unterste Ebene stellt das Elementexemplar dar. Die einzelnen Ebenen schaffen verschiedene Steuerungsmöglichkeiten für das Element im Projekt.

Kategorie

Eine Kategorie stellt eine Gruppe von Elementen dar, die zum Modellieren und Dokumentieren von Gebäudeentwürfen verwendet wird. Eine Kategorie für Modellelemente stellen z.B. Wände dar. Darüber hinaus existieren Kategorien für Beschriftungselemente, die Beschriftungen und Notizen beinhalten.

Familie

Familien geben die Elementklassen einer bestimmten Kategorie wieder, in der gemeinsame Eigenschaften, dieselbe Verwendungsweise und eine ähnliche grafische Darstellung vorhanden sind. In Revit Architecture existieren drei verschiedene Arten von Familien – Ladbare Familien, Systemfamilien und Projektfamilien. Diese werden in einem eigenständigen Kapitel näher erläutert (siehe Kapitel 4.1.3).

Typ

Familien können jeweils mehrere Typen enthalten. Diese sind entweder im Programm vordefiniert oder sie werden vom Anwender bei der Erstellung eigener Familien und der Modifikation von Systemfamilien oder ladbarer Familien bestimmt.

Exemplar

Exemplare sind einzelne Elemente, die in das Projekt eingefügt werden und dort eine spezifische Position einnehmen.

Durch die Unterteilung in Familien, Familientypen sowie Typen- und Exemplarparameter besteht daher die Möglichkeit, erstellte Elemente zu variieren. Dieses Konzept bildet die Basis der parametrischen Modellierung in Revit Architecture (Autodesk, http://usa.autodesk.com/, 2010).

4.1.1 Elementarten und deren Verhalten in parametrischen Funktionen

In Revit Architecture gibt es drei unterschiedliche Arten von Elementen:

1. Modellelemente stellen die reale 3D-Geometrie des digitalen Gebäudemodells dar.
2. Bezugselemente dienen der Verdeutlichung der Zusammenhänge innerhalb eines Projekts. Zu ihnen zählen Raster, Ebenen und Referenzebenen.
3. Ansichtsspezifische Elemente werden in bestimmten Ansichten erstellt oder platziert und sind nur in diesen sichtbar. Durch sie kann das Modell beschrieben und dokumentiert werden.

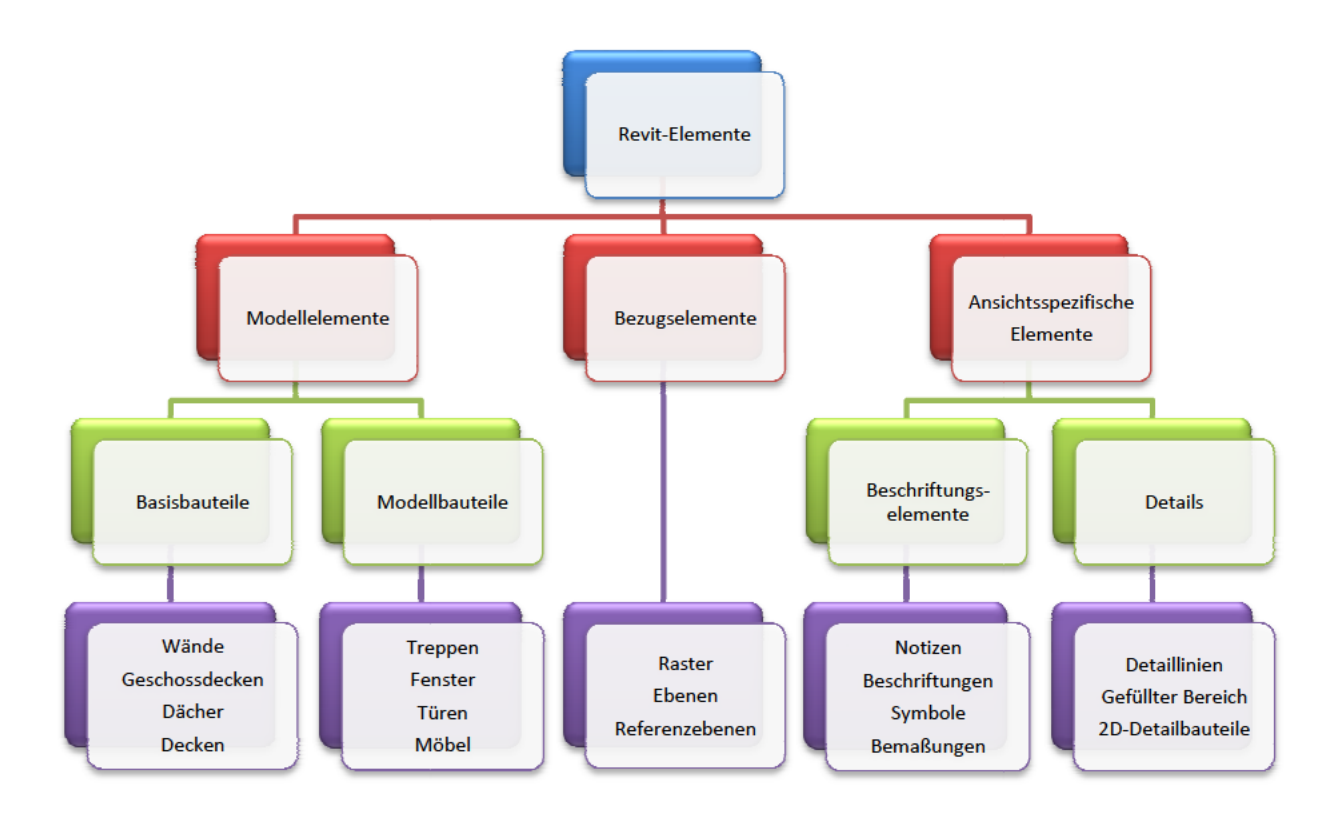


Abbildung 4.1: Unterteilung der Revit Elemente in unterschiedliche Typen

Aus Abbildung 4.1 wird ersichtlich, dass Modellelemente und ansichtsspezifische Elemente nochmals in je zwei unterschiedliche Elementarten unterteilt werden.

Die Modellelemente untergliedern sich einerseits in die sogenannten Basisbauteile oder Grundelemente, wie z.B. Wände und Decken. Charakteristisch für Basisbauteile ist, dass sie normalerweise direkt an der Baustelle erstellt werden. Andererseits spricht man von Modellelementen, wenn Modellbauteile gemeint sind. Diese sind alle anderen Elementarten im Gebäudemodell, wie z.B. Fenster, Türen und Schränke, welche üblicherweise im Werk angefertigt und auf die Baustelle geliefert werden.

Ansichtsspezifische Elemente sind zum einen Beschriftungselemente, die zur Dokumentation des Modells und für die Aufrechterhaltung des Maßstabs in der schriftlichen Darstellung dienen. Zu ihnen gehören z.B. Bemaßungen, Beschriftungen und Bauelementschlüssel.

Und zum anderen zählen Details zu dieser Gruppe von Elementen. Details entsprechen 2D-Elementen, die in einer bestimmten Ansicht sichtbar sind, um genauere Informationen über ein Element anzuzeigen. Beispiele hierfür sind unter anderem Detaillinien, Schraffuren und 2D-Detailbauteile.

Das Verhalten der einzelnen Elemente wird hauptsächlich durch ihren Bezug zueinander im digitalen Gebäudemodell bestimmt. Dieser Zusammenhang wird durch Abhängigkeitsbeziehungen mit anderen Bauteilen bestimmt. Abhängigkeiten werden in Revit Architecture automatisch festgelegt, können aber auch bewusst vom Anwender festgelegt werden. So besteht die Möglichkeit, eine Bemaßung zwischen zwei Elementen zu sperren und dadurch den Abstand der beiden Elemente auf diesen Wert festzusetzen. Bei Änderungen bleibt der Abstand der beiden Elemente zueinander erhalten.

4.1.2 Elementeigenschaften

Die unterste Ebene eines Elements ist das Exemplar eines Familientyps. In Revit Architecture besitzen Elemente zwei unterschiedliche Gruppen von Eigenschaften. Diese sind einerseits Typeneigenschaften und andererseits Exemplareigenschaften. Mithilfe dieser Eigenschaften kann die Darstellung und das Verhalten der Elemente gesteuert werden.

Typeneigenschaften

Alle Elemente einer Familie haben dieselbe Gruppe von Typeneigenschaften (Autodesk, 2011). Weiterhin ist der Wert einer Eigenschaft bei allen Exemplaren eines bestimmten Familientyps identisch. Wird der Wert einer Typeneigenschaft geändert, so wirkt sich dies auf alle im Projekt bereits bestehenden sowie später hinzukommenden Exemplare dieses Familientyps aus.

Exemplareigenschaften

Alle Elemente eines bestimmten Familientyps besitzen eine gemeinsame Gruppe von Exemplareigenschaften. Bei Exemplareigenschaften können die Werte einer Eigenschaft bei gleichen Elementtypen variieren. Wird der Wert einer Exemplareigenschaft geändert, dann hat dies lediglich Auswirkungen auf die ausgewählten Elemente bzw. das Element, das gerade platziert werden soll.

4.1.3 Revit Architecture Familien

Die Informationen für die folgenden Definitionen der verschiedenen Familienarten stammen aus dem Autodesk Revit Architecture 2010 Familienhandbuch (Autodesk, Familienhandbuch - Übungslektionen (Metrisch), 2010).

In Revit Architecture wird jedes Element mithilfe einer Familien erstellt. Dazu zählen einerseits die Modellelemente aus denen das Gebäudemodell besteht und andererseits auch alle zur Dokumentation des Projektes benötigten Elemente.

Die Idee, die hinter der Bildung von Revit Familien steckt ist die Bildung von Elementgruppen, die gemeinsame Eigenschaften besitzen und grafisch entsprechend dargestellt werden können. Mit der Erstellung von unterschiedlichen Familientypen können einzelne oder alle Parameter innerhalb einer Familie variieren.

In Revit Architecture können bereits vorhandenen Familien neue Familientypen hinzugefügt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, eigene Familien zu erstellen. Diese können durch Hinzufügen von Familientypen mit verschiedenen Größen und Materialien ausgestattet werden, ohne das erstellte Element nochmals von vorne zu zeichnen. Auch das erzeugen von Familientypparametern in einer Familie ist möglich. Mithilfe von Familientypparametern können z.B. optionale Elementgeometrien oder Materialien zur Verfügung gestellt werden. Eine weitere Funktion von Familientypen ist das Steuern der Sichtbarkeit und des Detailierungsgrades von Elementen in verschiedenen Ansichten (siehe Kapitel 5.7.3).

Systemfamilien

Systemfamilien sind in Revit Architecture vordefiniert (Autodesk, http://usa.autodesk.com/, 2010) und können weder aus externen Dateien ins Projekt geladen noch außerhalb des Projekts abgespeichert werden. Zur Gattung der Systemfamilien zählen die meisten Elemente, die im realen Projekt direkt auf der Baustelle erstellt werden, wie z.B. Wände und Geschossdecken. Auch Systemeinstellungen, die sich auf die Projektumgebung auswirken, werden in die Kategorie der Systemfamilien unterteilt. Hierzu gehören Ebenen, Raster, Zeichnungspläne und Ansichtsfenster.

Neue Systemfamilientypen können durch Änderung der Eigenschaften eines vorhandenen Typs, durch duplizieren eines Familientyps und Änderung der Eigenschaften oder durch Kopieren und Einfügen eines Familientyps aus einem anderen Projekt erstellt werden. Daher ist das Modellieren von neuer Geometrie bei Systemfamilien normalerweise nicht erforderlich.

Die Möglichkeiten zum Anpassen der Eigenschaften sind bei den Systemfamilien gering, da sie bereits vordefiniert sind. Dafür weisen sie jedoch ein intelligenteres Verhalten auf als Standardbauteil- und Projektfamilien. So ist es z.B. nicht erforderlich, vor dem Platzieren eines Fensters oder einer Tür in eine Wand, eine Öffnung in die diese zu schneiden.

Ladbare Familien

Ladbare Familien sind zum einen Gebäudebauteile, die im realen Projekt meist nicht auf der Baustelle erstellt, sondern geliefert und in einem Bauwerk oder seiner Umgebung eingebaut werden und zum anderen für das Projekt spezifische Elemente für die Planerstellung. Zu ihnen zählen unter anderem Fenster, Türen, Schreinerarbeiten, Installationen, Möbel und Pflanzen, aber auch Beschriftungselemente, wie z.B. Symbole und Planköpfe.

Familien zum Laden werden in externen Dateien mit der Endung .rfa (Revit Familie) erstellt und anschließend in das Projekt geladen. Dieser Typ von Familie ist im Vergleich zu den beiden anderen Familienarten in der Anpassung äußerst flexibel. Von daher werden ladbare Familien in Revit Architecture normalerweise am häufigsten erstellt und geändert. Eine zusätzliche Funktion ist die Erstellung von Typenkatalogen, um nur die tatsächlich benötigten Typen einer Familie in ein Projekt zu laden.

In dem Programm sind verschiedene Vorlagen zum Erstellen von ladbaren Familien enthalten. Die sogenannte Vorlagendatei soll dem Anwender dabei helfen, die gewünschten Elemente optimal zu erstellen. Daher ist jede Familienvorlage etwas anders aufgebaut, je nachdem welcher Elementtyp angefertigt wird.

Die individuell erstellten Familien eines Anwenders, genauso wie die bereits vorhandenen ladbaren Familien der Software, werden in einer dafür vorgesehenen Bibliothek abgespeichert. Der Vorteil einer solchen Bibliothek ist, dass alle bereits erstellten Familien in dieser abgespeichert werden und bei neuen Projekten zur Verfügung stehen. Außerdem können ladbare Familien auch aus dem Internet heruntergeladen werden. So stellt Autodesk mit „Autodesk Seek“ eine eigens dafür vorgesehene Plattform zur Verfügung[18]. Andere nützliche Adressen sind unter anderem: Revit City[19], Cadforum.cz[20], Revit Components[21], Revitspace[22] und Free BIM[23].

Ein weiterer Vorteil der ladbaren Familien ist das Verschachteln einzelner bereits vorhandener Exemplare einer Familie in eine andere ladbare Familie. Diese Möglichkeit erspart Zeit beim Modellieren. Ferner kann das Verhalten einzelner Exemplare beim Hinzufügen in Projekte manuell vom Anwender eingestellt werden. So können sich Exemplare zusammen als ein einziges Element oder jedes als ein separates Element verhalten. Im Projekt werden die verschachtelten Familien dann entweder gemeinsam oder nicht gemeinsam genutzt.

---

[18] http://seek.autodesk.com/
[19] http://www.revitcity.com/downloads.php
[20] http://www.cadforum.cz/catalog en/?fo=RFA
[21] http://revitcomponents.blogspot.com/
[22] http://www.revitspace.co.uk/
[23] http://www.arcat.com/bim/bim_objects.shtml

Projektfamilien

Projektfamilien werden in Revit Architecture erstellt, um Bauteile zu modellieren, die spezifisch für ein Projekt sind. Die Projektgeometrie kann wiederum mit Parametrik versehen werden. Beispiele für Projektfamilien sind schräge oder sich verjüngende Wände und benutzerdefinierte Bauteile, die wahrscheinlich nicht wiederverwendet werden.

Projektfamilien können genauso wie Systemfamilien nicht aus externen Dateien geladen noch dort gespeichert werden. Sie werden im Kontext des aktuellen Projekts erstellt und sind nicht für die Verwendung in anderen Projekten vorgesehen (Autodesk, http://usa.autodesk.com/, 2010). Beim Erstellen von Projektfamilien muss eine Kategorie, in der sie erstellt werden sollen, ausgewählt werden. Dadurch können Projektfamilien auch in Bauteillisten übernommen werden. Ein duplizieren dieses Familientyps ist nicht möglich.

Der Nachteil von Projektfamilien ist, dass große Elemente sehr viel Speicherplatz benötigen und damit die Dateigröße erheblich zunimmt. Aus diesem Grund sollten nicht zu viele und zu große Projektelemente in einem Projekt erstellt werden, da sonst die Systemleistung erheblich beeinträchtigt wird.

4.2 Benutzeroberfläche

Bevor mit der Modellierung von Gebäude IV der TU München begonnen wird, sollen in diesem Abschnitt die Benutzeroberflächen, einerseits der Projektoberfläche und andererseits der Oberfläche im Familienmodus, näher erläutert werden.

4.2.1 Benutzeroberfläche in einem Revit Projekt

In der nachfolgenden Abbildung ist die Benutzeroberfläche von Autodesk Revit Architecture 2012 dargestellt. Im oberen linken Eck ist die Anwendungsschaltfläche zu sehen, in der unter anderem Projekte gespeichert, geöffnet oder neu erstellt werden können. Rechts daneben befindet sich die Schnellzugriff-Leiste für Werkzeuge, die häufig verwendet werden. Einige Werkzeuge sind dort bereits vordefiniert, dazu können mit einem Rechtsklick auf ein beliebiges Werkzeug weitere Werkzeuge manuell hinzugefügt werden. Oben auf der rechten Seite befindet sich außerdem das InfoCenter von Autodesk mit integrierter Suchfunktion. Bei der Eingabe von Stichwörtern oder Fragen öffnet sich automatisch die Autodesk WikiHelp Seite:

http://wikihelp.autodesk.com/search?q=w%C3%A4nde&product=Revit&release=2012&language=deu

Dort erscheinen Informationen sowie Handlungsanweisungen zu dem gestellten Suchbegriff. Im oberen Link sind dies beispielhaft Wände. Vorrausetzung ist selbstverständlich eine Netzwerkverbindung. Unter den oben genannten Leisten befinden sich die Registerkarten, in

der Werkzeuge und Funktionen enthalten sind, die Revit Architecture 2012 bietet. Am unteren Rand befindet sich die Statusleiste von Revit. Diese unterstützt den Anwender zusätzlich mit Tipps oder Hinweisen bei der Verwendung eines Werkzeugs.

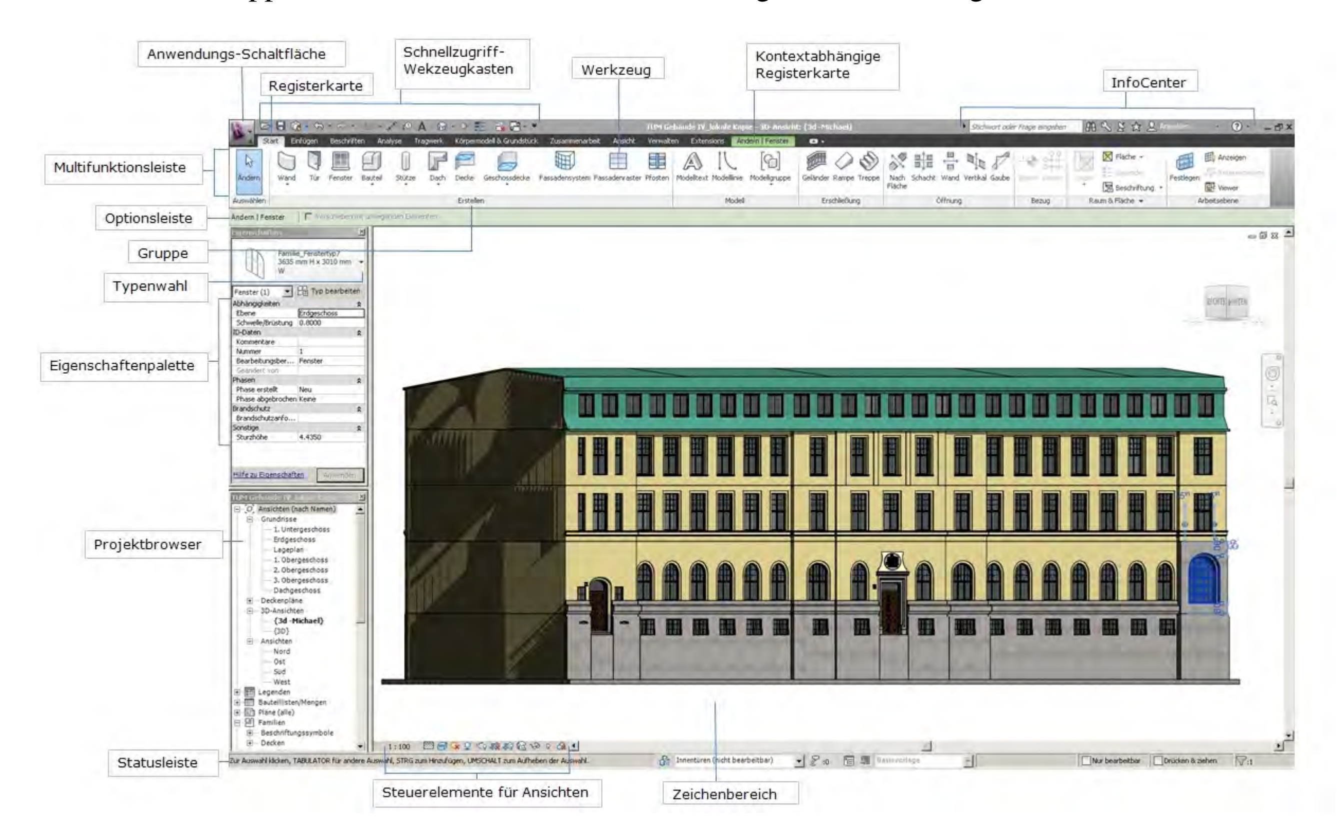


Abbildung 4.2: Benutzeroberfläche eines Projektes in Revit Architecture 2012. Dargestellt ist Gebäude IV der TU München

Multifunktionsleiste

Revit Architecture 2012 enthält eine intelligente Multifunktionsleiste. In Abbildung 4.3 (oben) ist die Multifunktionsleiste dargestellt. Sie enthält alle Werkzeuge, die zum Erstellen eines Projekts oder einer Familie notwendig sind.



Abbildung 4.3: Multifunktionsleiste (oben) und kontextabhängige Registerkarte der Multifunktionsleiste (unten) in Revit Architecture 2012

Die Multifunktionsleiste ist dahingehend intelligent, als dass sie bei der Verwendung bestimmter Werkzeuge oder der Auswahl von Elementen, eine spezielle kontextabhängige Registerkarte anzeigt[24]. Abbildung 4.3 (unten) zeigt, dass in kontextabhängigen Registerkarten der Multifunktionsleiste nur Werkzeuge enthalten sind, die in Verbindung mit dem betreffenden Element oder Werkzeug von Bedeutung sind. Dies ermöglicht dem Anwender ein intuitives und schnelles Vorgehen beim Modellieren.

Projektbrowser

Im Projektbrowser sind z.B. Ansichten, Bauteillisten, Pläne und Familien enthalten (siehe Abbildung 4.4). Beim Erweitern eines Ordners werden die ihm untergeordneten Elemente angezeigt. Wird z.B. eine Familie in ein Projekt geladen, dann befindet sich diese anschließend, unter dem Ordner Familien, im Projektbrowser. Durch das Klicken auf eine bestimmte Ansicht, öffnet sich diese automatisch im Zeichenbereich. Von daher dient der Projektbrowser der Navigation und der Verwaltung im Projekt.

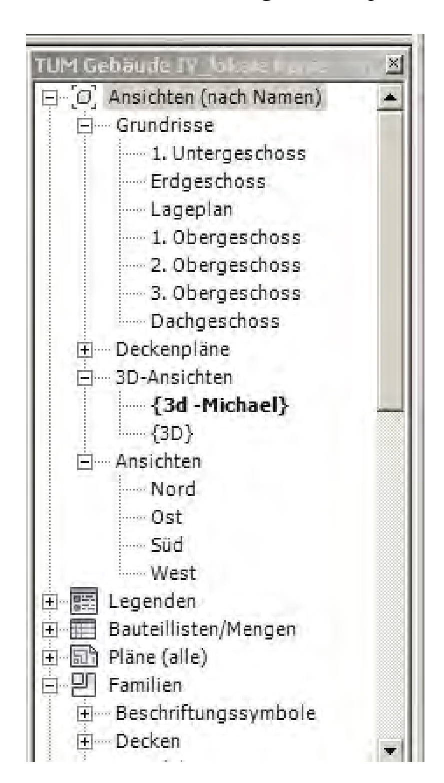


Abbildung 4.4: Projektbrowser in Revit Architecture 2012

[24] http://images.autodesk.com/adsk/files/revit_architecture_2011_user_guide_deu.pdf

Eigenschaftenpalette

Mithilfe dieses modusabhängigen Dialogfeldes können Parameter angezeigt und geändert werden, um die Eigenschaften von Elementen zu bestimmen. Durch Anklicken eines Elements ändert sich die Eigenschaftenpalette automatisch. Exemplarisch wird dies in Abbildung 4.5 für ein Fenster veranschaulicht. Der Fenstertyp kann in der Typenwahl geändert werden. In der Schaltfläche „Typ bearbeiten" sind die Typeneigenschaften eines Elements enthalten. Die Exemplareigenschaften sind dagegen direkt in der Eigenschaftenpalette aufgelistet.

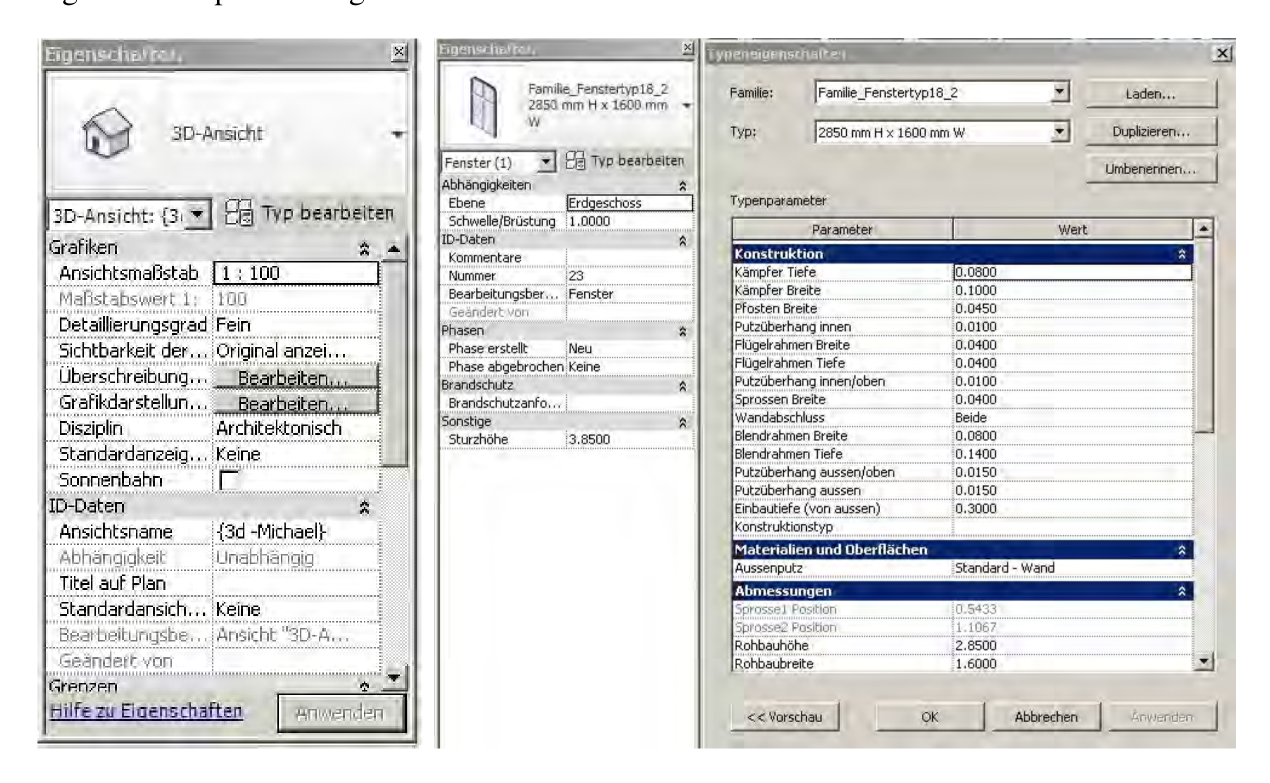


Abbildung 4.5: Eigenschaftenpalette in Revit Architecture 2012 (links/mitte) und der Zugriff auf die Schaltfläche „Typ bearbeiten", um die Typeneigenschaften eines Elements anzuzeigen (rechts).

Steuerelemente für Ansichten

In den Steuerelementen für Ansichten sind Funktionen enthalten, die die aktuelle Ansicht betreffen. Dazu zählen Maßstab, Detaillierungsgrad und Bildstil, sowie Sonnenpfad ein/aus und Schatten ein/aus. In einer 3D-Ansicht wird zusätzlich die Funktion Dialogfeld Rendern anzeigen/ausblenden angezeigt. In Abbildung 4.6 sind weiterhin der Zuschneidebereich, Zuschneidebereich einblenden/ausblenden, Entsperrte 3D-Ansicht, Temporär ausblenden/isolieren, Verdeckte Elemente anzeigen und die Anzeige der Arbeitsteilung aktivieren/deaktivieren dargestellt. Auf einige der genannten Befehle wird in Kapitel 5 näher eingegangen.



Abbildung 4.6: Steuerelemente für Ansichten in Revit Architecture 2012

4.2.2 Benutzeroberfläche im Familienmodus

Die Entwurfsumgebung für die Erstellung von ladbaren Familien hat dieselbe Gestaltung wie die Projektumgebung in Revit Architecture. Die nachfolgende Darstellung zeigt jedoch, dass in der Multifunktionsleiste andere Werkzeuge zur Verfügung stehen. Dies sind insbesondere Zeichenwerkzeuge und Werkzeuge zum Erstellen von Volumengeometrie, wie z.B. Extrusion, Verschmelzen und Sweep. Mithilfe des Familieneditors lassen sich eigene Familien erstellen, um sie später in einem Projekt zu nutzen. Außerdem können ladbare Familien oder Projektfamilien in diesem Modus geändert werden. Der Familieneditor ist ein grafischer Bearbeitungsmodus in Revit und stellt keine separate Anwendung dar[25].

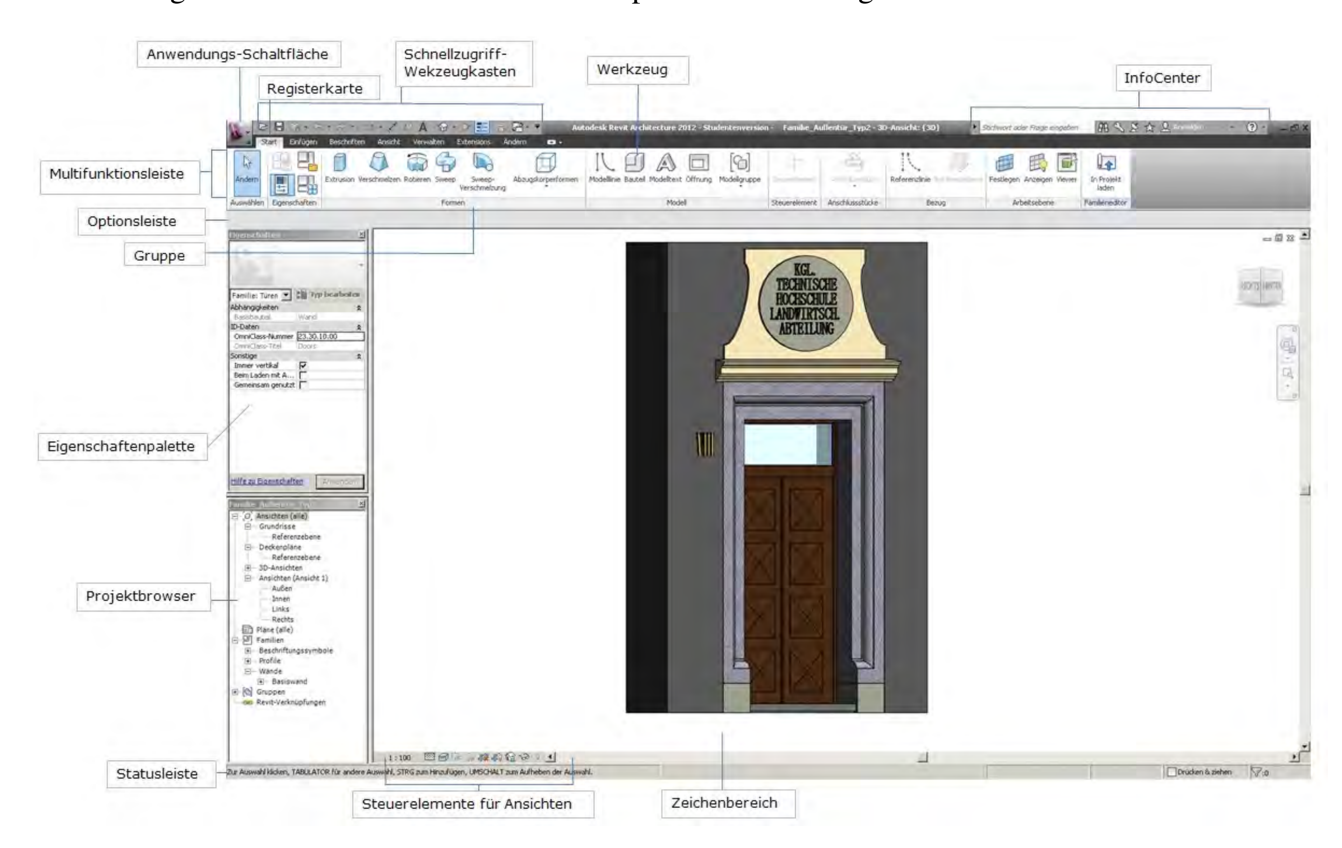


Abbildung 4.7: Benutzeroberfläche im Familienmodus in Revit Architecture 2012. Dargestellt ist eine geöffnete Türfamilie.

[25] http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=13376394
Autodesk Revit Architecture 2010 Familienhandbuch–Übungslektionen (Metrisch)

4.3 Systemanforderungen

Die Firma Autodesk testet bestehende Revit-Versionen in bestimmten Hardware-Umgebungen, um die Mindestanforderungen der Systemleistung eines Computers zu analysieren. Diese Systemvoraussetzungen sind auf der Autodesk-Homepage veröffentlicht[26]. Das Building Information Model wurde mit Autodesk Revit Architecture 2012 32 Bit, unter Verwendung eines Microsoft Betriebssystems und eines Intel Prozessors erstellt. Autodesk empfiehlt unter diesen Bedingungen mindestens Microsoft Windows XP Service Pack 2 als Betriebssystem und einen Intel Pentium 4 Prozessor mit einer Taktfrequenz von wenigstens 1,6 GHz zu verwenden. Der Arbeitsspeicher sollte eine Größe von 3 GB RAM besitzen. Für eine einfache Grafik muss die Grafikkarte eine Farbtiefe von 24 Bit aufweisen. Bei komplexer Grafik muss die Grafikkarte DirectX9-fähig sein und sollte eine Speicherkapazität von mindestens 256 MB aufweisen. Beim Monitor wird eine Mindestauflösung von 1280 x 1024 Pixel empfohlen.

[26] http://www.autodesk.de/adsk/servlet/pc/index?siteID=403786&id=14677601&linkID=16890272

Kapitel 5

Building Information Model – Gebäude IV der Technischen Universität München

Im diesem Kapitel soll die Modellierung eines Building Information Model näher beschrieben werden. Dabei wird das Vorgehen anhand der Erstellung des Gebäude IV der TU München mithilfe der BIM-Software Autodesk Revit Architecture 2012 erläutert. Im Voraus wird kurz auf die vorhandene technisch-organisatorische Infrastruktur eingegangen, die zum Testen der Software verwendet wurde.

5.1 Testumgebung

Das Building Information Model wurde in Autodesk Revit Architecture 2012 32 Bit erstellt. Bei dem installierten Betriebssystem handelt es sich um Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3. Der vorhandene Intel Core 2 Duo E6550 Prozessor besitzt zwei Kerne mit einer Taktfrequenz von je 2,33 GHz. Der Arbeitsspeicher beträgt insgesamt 4 GB RAM, von diesen werden 3,5 GB RAM effektiv genutzt. Die installierte NVIDIA GeForce 8800 GTX Grafikkarte ist DirectX10-fähig und weist eine Speicherkapazität von 768 MB und eine Farbtiefe von 128 Bit auf. Die eingestellte Bildschirmauflösung des Monitors beträgt 1680 x 1050 Pixel. Die empfohlenen Systemvoraussetzungen der Firma Autodesk werden unter diesen Bedingungen erfüllt. Dadurch ist die Systemstabilität bei der Ausführung der Software gewährleistet.

5.2 Datengrundlage für die Gebäudemodellierung

Im Jahre 1877/78 erhielt die „Polytechnische Schule München“ die Bezeichnung „Technische Hochschule“[27]. Die landwirtschaftliche Abteilung der Hochschule war zu dieser Zeit bereits existent und in Gebäude IV untergebracht. Ab dem Jahre 1930 wurde die „Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei“ jedoch in das Gelände um Weihenstephan integriert. Heute erinnert nur noch das Emblem der landwirtschaftlichen Abteilung, über einer der circa vier Meter hohen Eingangstüren in der Luisenstraße, an die damalige Zeit. Genutzt wird das Bauwerk gegenwärtig vom Lehrstuhl für Ingenieurgeologie.

Als Grundlage für die Erstellung eines Bauwerksinformationsmodells von Gebäude IV dienen 2D-Grundrisspläne, die am Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen vorliegen. Diese liegen sowohl als DWG (Drawing)-Dateien als auch im Austauschformat für CAD -Systeme, als DXF (Drawing Exchange Format)-Dateien vor. Der Informationsgehalt der Bestandspläne beschränkt sich

[27] http://portal.mytum.de/tum/geschichte/index_html

auf die Konstruktion der Wände, Treppenhäuser, Türen und Fenster, sowie der Darstellung der einzelnen Räume durch Polygone. Außerdem enthalten die Pläne die entsprechenden Raumnummern und Informationen über die Raumnutzung. Die Bemaßung ist teilweise fehlerhaft und von daher unbrauchbar.

Um detailliertere Information über das Gebäude der landwirtschaftlichen Abteilung zu erhalten, war eine Begehung unumgänglich. Dabei wurde das Gebäude von außen und innen mithilfe von Fotoaufnahmen visuell erfasst (siehe Bild 5.1). Außerdem wurde ein Aufmaß erstellt, um konkretere Angaben über das Gebäude zu erhalten. Das Gebäude besitzt vier Obergeschosse und ein Untergeschoss und ist circa 71 Meter lang und 17,5 Meter breit. Das Kellergeschoss besitzt eine Höhe von 5,0 Meter. Das Erdgeschoß ist mit 5,50 Meter einen halben Meter höher. Das 1. und 2. Obergeschoss haben je eine Höhe von circa 4,25 Meter. Das niedrigste Geschoss ist das 3. Obergeschoss, mit einer Höhe von 3,0 Meter. Das Gebäude hat 23 verschiedene Fenstertypen und insgesamt vier Ausgänge ins Freie. Die Außentüren sind in Bezug auf Aussehen und Abmessungen unterschiedlich. Bei der Begehung des Gebäudes wurden insgesamt 15 verschiedene Innentüren gezählt. Für die einzelnen Fenster und Türen wurde ebenso ein grobes Aufmaß erstellt, um Informationen über Tiefen, Breiten und Längen, sowie Materialien von Bauteilen zu erhalten.



Bild 5.1: West-Fassade Gebäude IV der TU München in der Luisenstraße.

5.3 Methodische Vorgehensweise

Bei der Erstellung des Gebäudemodells von Gebäude IV der TU München wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Importieren der Grundrisspläne in das Programm Revit Architecture 2012
2. Modellieren der Außen- und Innenwände mithilfe von Systemfamilien
3. Erstellen der Geschossdecken und der Fundamentplatte
4. Einbau der Fenster und Türen
   a) Modellieren eigener ladbarer Familien im Familieneditor
   b) Ändern vorhandener Revit-Familien
5. Erstellen der Wandprofile
6. Modellieren des Dachaufbaus
7. Erstellen der Treppenläufe

Diese Schritte werden in den Folgenden Abschnitten dargestellt.

5.4 Import der Bestandspläne

CAD Importieren

Unter der Registerkarte einfügen, befindet sich in der Gruppe Importieren, das Werkzeug CAD importieren.

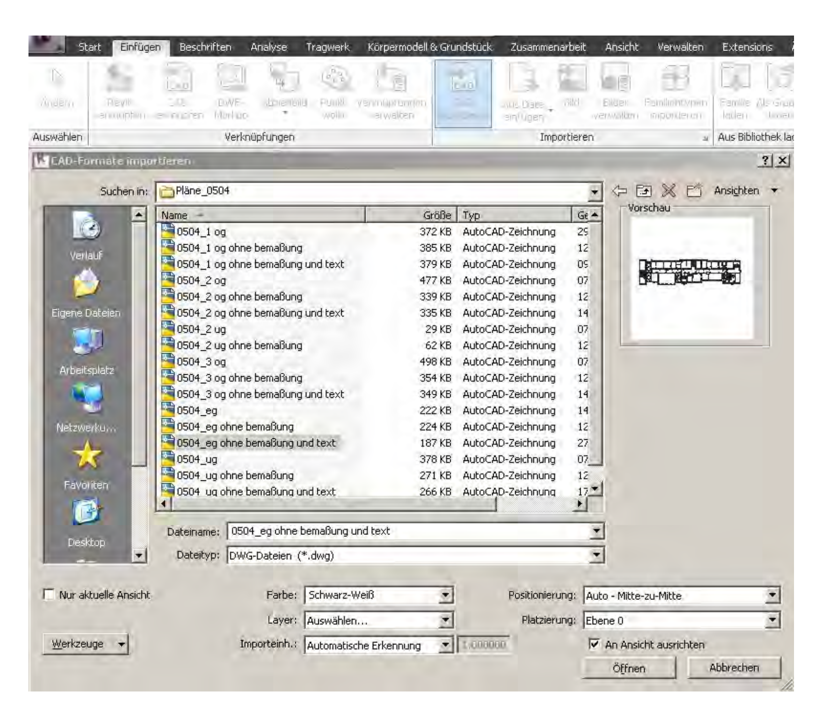


Abbildung 5.1: Importieren eine CAD-Datei in Revit Architecture 2012.

In Abbildung 5.1 ist zu sehen, dass beim Import zusätzliche Einstellungen vorgenommen werden können. So kann der Anwender Farbe, Layer und Importeinheiten, sowie Positionierung und Platzierung manuell einstellen. Die Platzierungsebene ist in obiger Abbildung die Ebene 0, da es sich um den Grundriss des Erdgeschosses handelt. Die Positionierung der CAD-Datei kann entweder automatisch oder manuell erfolgen. Sofern der Anwender die Einheiten der CAD-Datei kennt, können diese auch als Importeinheit ausgewählt werden. Mit der Einstellung „Automatische Erkennung" bestimmt Revit diese selber. Die Layer können separat ausgewählt werden. Der Anwender hat aber auch die Möglichkeit alle Layer oder nur die sichtbaren Layer in Revit Architecture zu importieren.

Als Basis für die Modellierung der Wände haben die vorliegenden Bestandspläne gedient. Diese wurden in Revit Architecture 2012 importiert. Beim Import der Bestandspläne wurde die automatische Erkennung ausgewählt und anschließend überprüft, ob die Einheiten mit denen der Ursprungsdateien übereinstimmen (siehe Abbildung 5.2). Die Einheiten wurden richtig erkannt und die Abmessungen der einzelnen Linien stimmen mit der Ursprungsdatei überein. Da nicht sichergestellt ist, dass alle Layer der Ursprungsdatei richtig zugeordnet sind, wurden alle vorhandenen Layer ausgewählt und in Revit importiert.

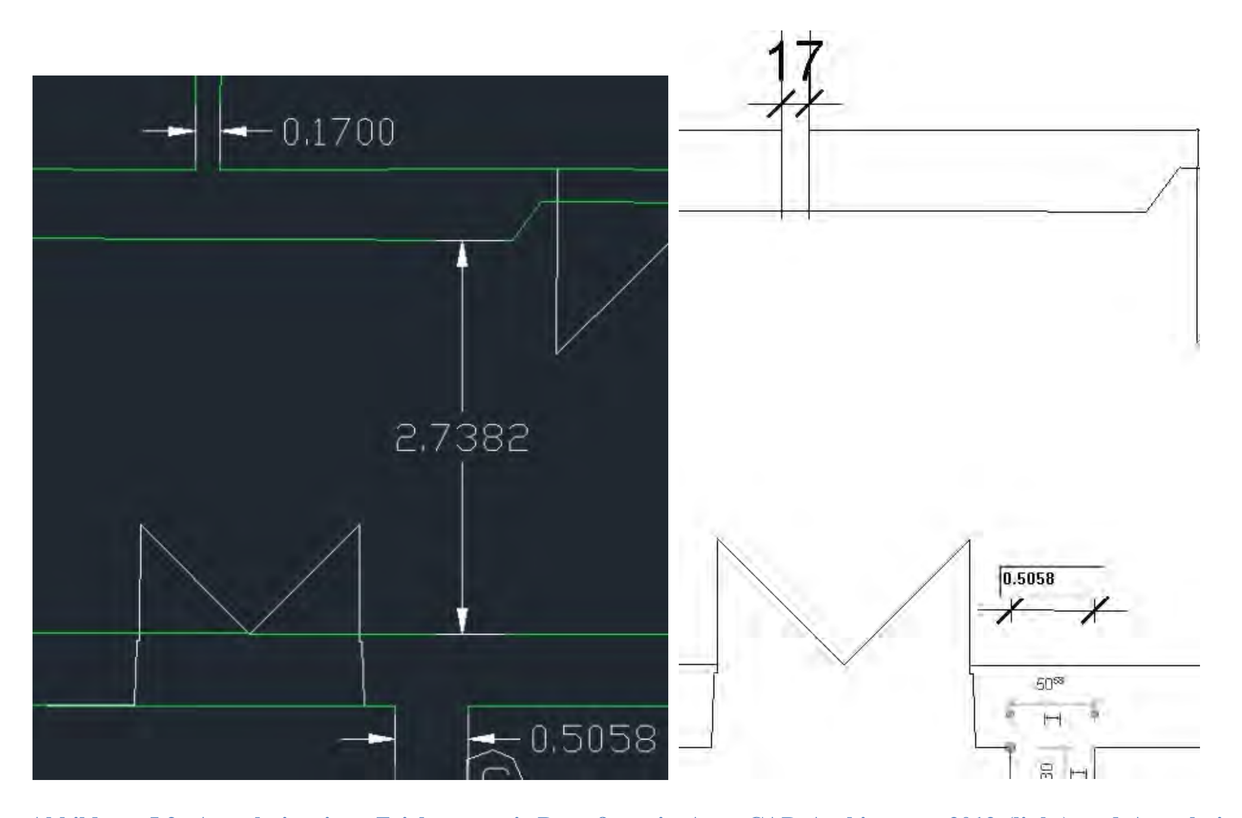


Abbildung 5.2: Ausschnitt einer Zeichnung mit Bemaßung in Auto CAD Architecture 2012 (links) und Ausschnitt desselben Bereichs nach dem Import in Revit Architecture 2012 (rechts). Die Importeinheiten werden automatisch erkannt und die Abstände der einzelnen Linien stimmen mit der Ursprungsdatei überein.

Auflösen von importierter Geometrie

Eingefügte Dateien liegen in Revit Architecture zunächst nur als Importsymbol vor. Das heißt alle Linien und Beschriftungen werden als ein einziges Objekt dargestellt, vergleichbar mit einer Gruppierung. Um mit den einzelnen Elementen arbeiten zu können, besteht die Möglichkeit die importierte Geometrie aufzulösen.

Nachdem die importierte Geometrie der Grundrisspläne von Gebäude IV aufgelöst wurde, kann anschließend jede Linie separat ausgewählt, bemaßt und bei Bedarf nachgezeichnet werden, um die CAD-Pläne vollständig in Revit zu übertragen. Damit kann zum nächsten Schritt übergegangen werden, dem Erstellen der Wände.

5.5 Erstellen der Außen- und Innenwände

Das Gebäude IV der TU München ist innen wie außen vollständig verputzt. Aufgrund der frühen Errichtung im Jahre 1877/78 ist davon auszugehen, dass es sich bei dem verwendeten Baumaterial der Wände um Natursteinmauerwerk handelt. Zu dieser Zeit war der Werkstoff Beton noch weitestgehend unbekannt und eine Ausführung der Bauwerke in Massivbauweise daher der Regelfall. Von daher wurde bei der Modellierung der Wände, als Mauersteinart, Kalksandstein verwendet. Dünnwandige Wände, mit einer Dicke von weniger als 20 cm und einzelne Wände, die geometrisch nicht deckungsgleich übereinander liegen, wurden als Trockenbau ausgeführt. In diesem Fall wurde von Gipskartonplatten ausgegangen, die im Laufe der Zeit eingebaut wurden, um z.B. Büroräume zu schaffen.

Erstellen von Wand-Systemfamilien

In Revit Architecture 2012 existieren bereits einige vordefinierte Basiswände aus Kalksandstein. Bei dem vorliegenden Beispielgebäude handelt es sich jedoch um ein sehr altes Bestandsgebäude, das in Massivbauweise errichtet wurde. Variable Wanddicken und einspringende Ecken kommen bei dieser Art von Bauwerken häufig vor. Dies macht die Erstellung eigener Systemfamilien erforderlich.

Um eine eigene Systemfamilie zu erstellen wird zunächst der gewünschte Typ ausgewählt. In der Eigenschaftenpallette gelangt der Anwender über die Schaltfläche „Typ bearbeiten“, in die zugehörigen Typeneigenschaften des ausgewählten Elements. Im nächsten Schritt wird der Typ dupliziert, um die ursprüngliche Systemfamilie weiterhin im Projekt zu behalten. Der erstellte Typ erhält einen eigenen Namen. Anschließend wird die Konstruktion der erzeugten Systemfamilie bearbeitet. Mit einem Klick auf „Konstruktion Bearbeiten“ öffnet sich das Dialogfeld „Baugruppe bearbeiten“. Nachfolgende Abbildung stellt das Dialogfeld für eine Basiswand Familie dar.

Die einzelnen Wandschichten werden von außen nach innen aufgelistet. Jeder Schicht kann eine bestimmte Funktion zugewiesen werden, sodass Schichten mit entsprechenden Funktionen verbunden werden können. Dabei bestimmt die Funktion die Prioritätsreihenfolge. Die tragende Schicht befindet sich immer im Kern und hat die Priorität [1]. Die nichtragende Schicht 2 hat die Priorität [5]. Die [1] steht dabei für die höchste, die [5] für die niedrigste Priorität. Dementsprechend verbindet Revit Architecture zuerst Schichten mit hoher und anschließend Schichten mit niedriger Priorität. Eine höhere Schicht kann Schichten mit niedriger Priorität durchlaufen. Eine Schicht mit einer niedrigeren Priorität kann aber keineswegs Schichten mit gleicher oder höherer Priorität durchlaufen[28]. Damit wird sichergestellt, dass Wandecken richtig ausgeführt werden. Mithilfe der Schaltflächen „Einfügen" und „Löschen" können Schichten hinzugefügt bzw. gelöscht werden. Einzelne Schichten können mit den Schaltflächen „Nach oben" oder „Nach unten" beliebig in Richtung Außen- oder Innenseite verschoben werden. Neben der Funktion kann den einzelnen Schichten zudem ein Material zugewiesen, sowie die Schichtdicke bestimmt werden. Der Abschluss an Öffnungen und Wänden bestimmt, ob ein Wandabschluss umhüllt wird oder nicht. In Abbildung 5.3 ist zusätzlich die Vorschau des erstellten Elements sichtbar. Hier kann das Element einerseits in der Grundriss-Ansicht und andererseits in der Schnitt-Ansicht dargestellt werden.

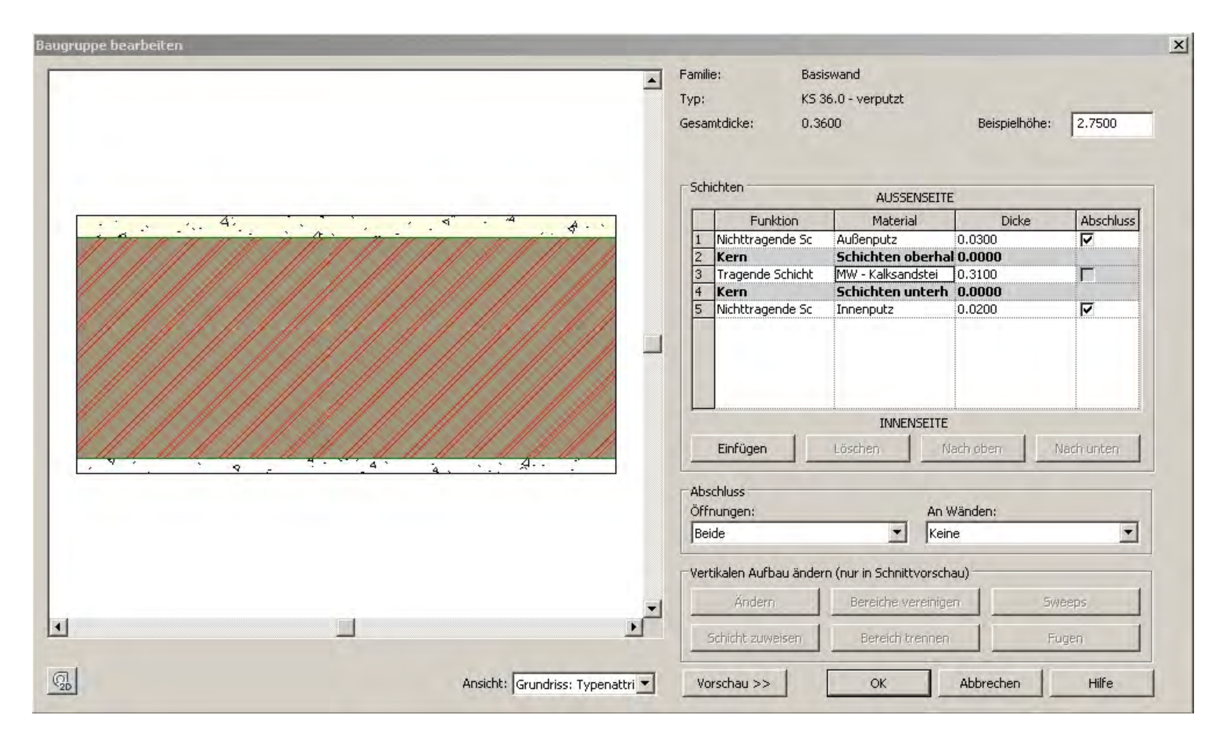


Abbildung 5.3: Dialogfeld Baugruppe bearbeiten einer Basiswand KS 36,0 cm mit Vorschau in der Grundriss-Ansicht.

[28] http://images.autodesk.com/adsk/files/revit_architecture_2011_user_guide_deu.pdf

Die Wand-Systemfamilien aus Kalksandstein, die im vorliegenden Building Information Model erstellt wurden, bestehen aus jeweils drei Schichten, um zu überprüfen inwieweit die Prioritäten der einzelnen Schichten in Revit Architecture 2012 eingehalten werden und ob dadurch Probleme auftreten können. Außenwände bestehen dabei aus je 3,0 cm Außenputz, einem variablen Kern aus Kalksandsteinen und 2,0 cm Innenputz. Dem Außenputz wird dabei die Priorität [4] zugeteilt, dem Innenputz die Priorität [5]. Bei den Innenwänden ist der Putz auf beiden Seiten 2,0 cm stark und die tragende Schicht besteht wiederum aus Kalksandsteinen mit variabler Dicke.

Erstellen eigener Materialien

Unter der Registerkarte „Verwalten“ befindet sich in der Gruppe „Einstellungen“ das Werkzeug „Materialien“. In dem nach dem Öffnen erscheinenden Dialogfeld besteht die Möglichkeit, vordefinierte Materialeigenschaften für verschiedene Baustoffe auszuwählen oder eigene projektspezifische Materialien zu erstellen. Um eigene Materialien zu erstellen empfiehlt es sich, ähnliche bestehende Materialien zu duplizieren. Dabei kann ein bereits vorhandenes Revit-Material über das Kontextmenü dupliziert und diesem ein neuer Name zugeteilt werden. Alternativ stehen in diesem Dialogfeld unten links drei kleine Symbole zur Verfügung. Das linke steht dabei für duplizieren, das mittlere für umbenennen und das rechte Symbol für löschen des ausgewählten Materials (siehe Abbildung 5.4). Anschließend muss dem soeben erstellten Baustoff noch seine spezifische Eigenschaft zugewiesen werden. Unter dem Reiter Materialeigenschaften (siehe Abbildung 5.5) befinden sich verschiedene Eigenschaftensätze einzelner Materialien, die sich in der Autodesk-Bibliothek befinden. Dem Anwender wird hier wiederum freigestellt, ob er einen vorhandenen Eigenschaftensatz benutzt oder einen eigenen erstellt, je nachdem ob bereits ein passender vorliegt oder nicht. Es besteht außerdem die Möglichkeit ohne Eigenschaftensatz zu arbeiten und die Eigenschaften des Materials unabhängig auszuwählen.

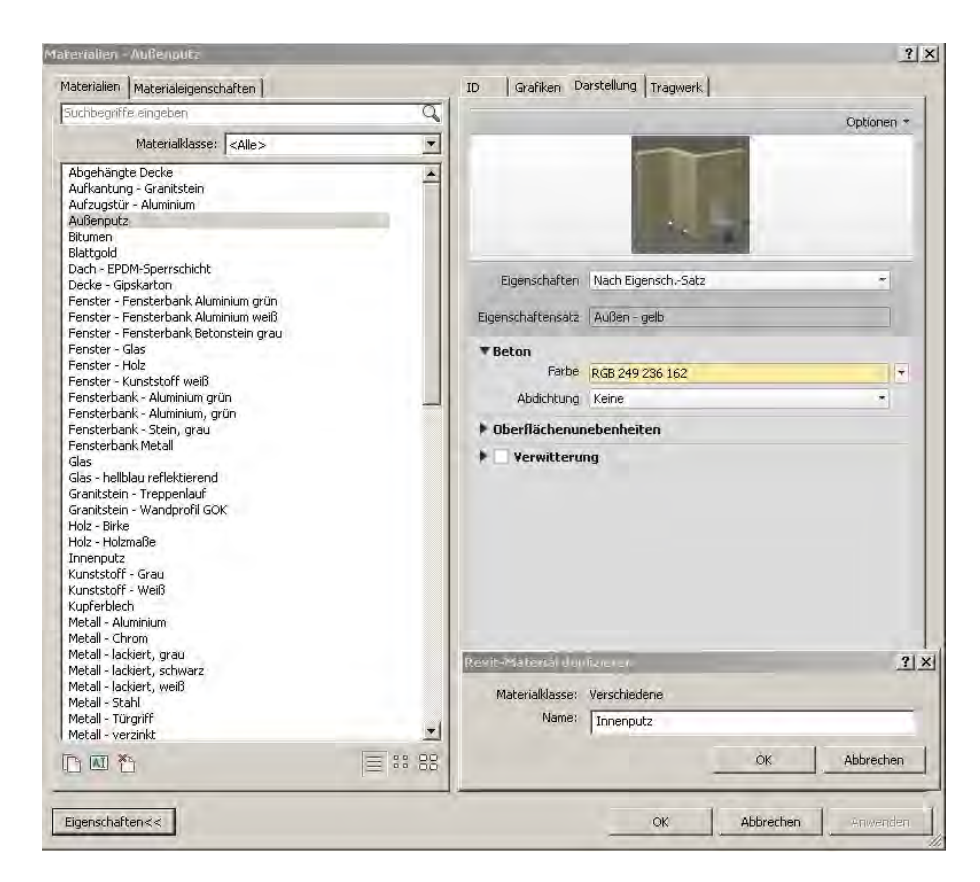


Abbildung 5.4: Dialogfeld Materialien zur Bearbeitung oder Erstellung von Materialien in einem Projekt.

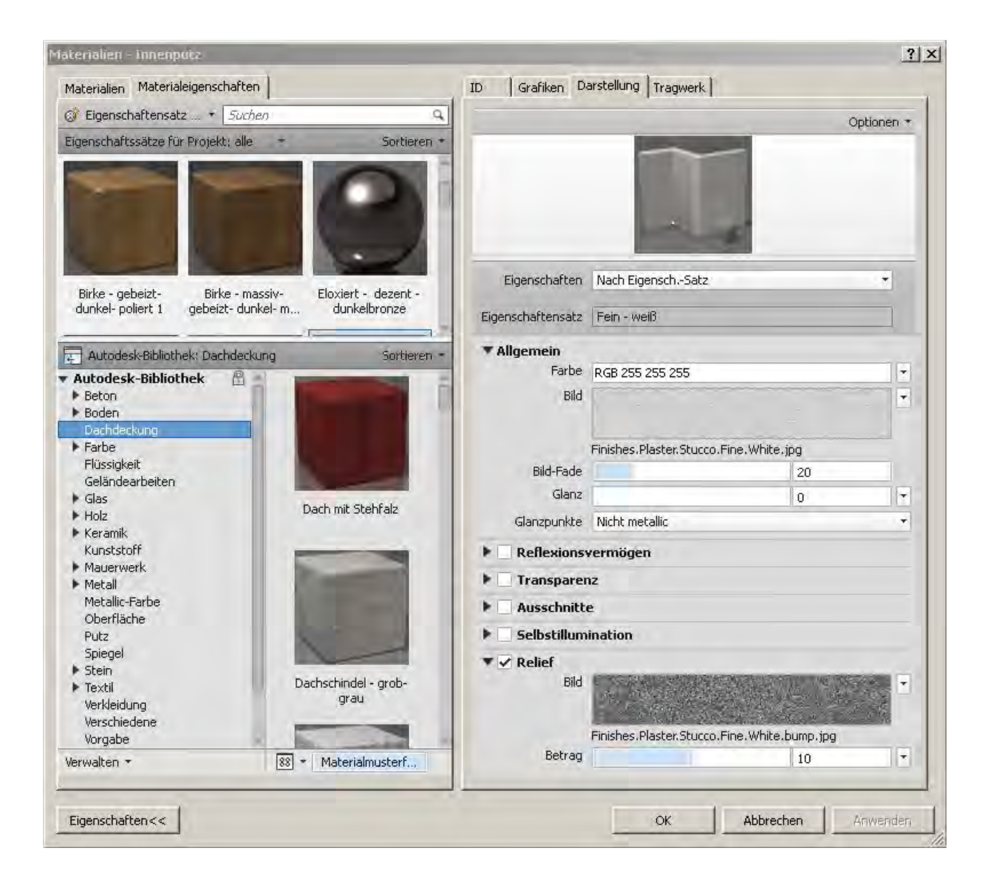


Abbildung 5.5: Dialogfeld Materialeigenschaften mit vordefinierten Eigenschaftensätzen der Autodesk-Bibliothek. Materialien werden hier verschiedene Eigenschaften zugewiesen.

Um einen eigenen Eigenschaftensatz zu erstellen, wählt man unter Eigenschaften „Nach Eigensch.-Satz“ aus. In dem sich öffnenden Dialogfenster kann jetzt die Schaltfläche „Neuen Eigenschaftensatz erstellen“ ausgewählt werden. Dabei wird ein neuer Eigenschaftensatz mit den aktuell festgellegten Werten erzeugt. Der Name des Eigenschaftensatzes richtet sich nach der gewählten Materialbezeichnung. Über das Kontextmenü des Eigenschaftensatzes kann dieser aber auch umbenannt werden. Nun können die eingestellten Werte des Eigenschaftensatzes bearbeitet werden. Dabei sind die Einstellungsmöglichkeiten für die einzelnen Materialien unterschiedlich. Dies hängt von der jeweiligen Kategorie des Materials ab.

Der erstellte Eigenschaftensatz des Innenputzes aus Abbildung 5.5 wurde z.B. in der Kategorie Putz erstellt. Unter dem Reiter „Allgemein“ kann hier beispielsweise die Putzfarbe geändert werden. Das gezeigte Bild dient der Darstellung des Materials im Projekt. Wird auf das abgebildete JPG geklickt, öffnet sich der Textur-Editor, in dem die Darstellung der Oberfläche des Materials bearbeitet werden kann (siehe Abbildung 5.6, links). In diesem Editor kann z.B. die Helligkeit und Skalierung des Bildes bestimmt werden. Unter „Wiederholen“ kann außerdem eingestellt werden, ob das Material in horizontaler und vertikaler Richtung gekachelt dargestellt werden soll. Unter dem Reiter „Relief“ besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Beschaffenheit des Materials weiter zu verändern.

Die dargestellten Bilder können durch einen Mausklick auf den entsprechenden JPG-Namen, der sich unterhalb der Bilder befindet, geändert werden. Dabei gelangt der Anwender in den JPG-Ordner „Mats“. In diesem Ordner befinden sich die Bilder, die in Revit Architecture zur Darstellung der Materialoberflächen verwendet werden (siehe Abbildung 5.6, rechts). Es besteht die Möglichkeit eigene Bilder in diesem Ordner abzuspeichern. Exemplarisch wurde dies mit einem JPG der äußeren Putzoberfläche von Gebäude IV ausprobiert. Die Bezeichnung des Bildes lautet „Finishes.Plaster.Außenputz gelb“. Der erste Versuch, die Außenputzoberfläche mit einem externen Foto darzustellen, führte zum Programmabsturz. Nachdem das Bild komprimiert wurde, war dies zwar nicht mehr der Fall, das Ergebnis allerdings nur zufriedenstellend. Von daher wurde die Darstellung der Oberfläche des Außenputzes mit internen Revit-Dateien erstellt. Allerdings befindet sich der Außenputz unter „Außenputz mit eigenem JPG“ innerhalb des Werkzeugs „Materialien“.

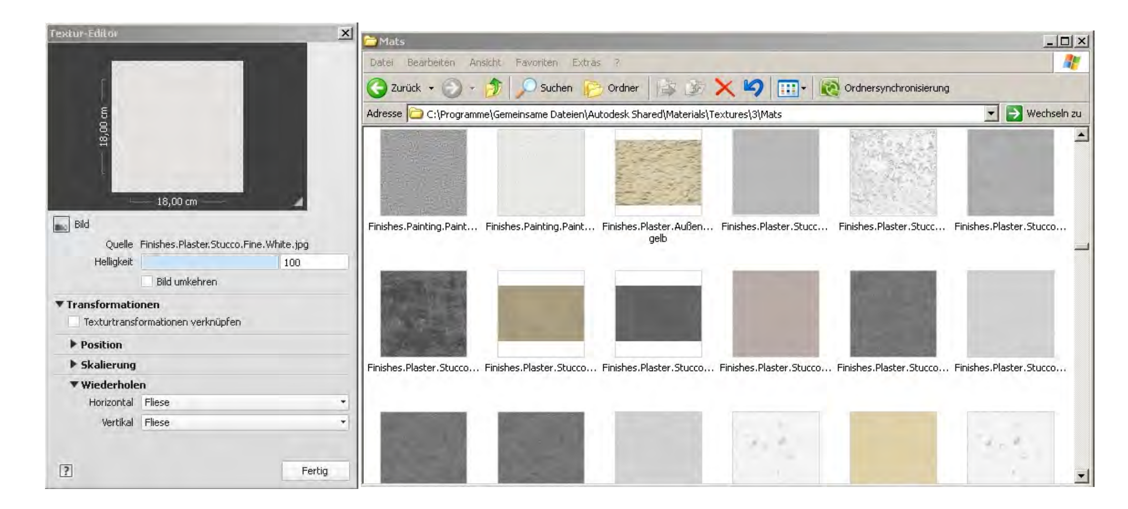


Abbildung 5.6: Im Textureditor kann die Darstellung des verwendeten JPG´s für ein Material eingestellt werden (links). Durch Klick auf den JPG-Namen öffnet sich der JPG-Ordner „Mats". Dort befinden sich Bilder der verschiedenen Materialoberflächen. Diese dienen der Darstellung von Materialoberflächen in einem Projekt (rechts).

Die Materialien der einzelnen Wandschichten des modellierten Gebäudes wurden individuell erstellt. Den Putzarten wurde dabei jeweils ein eigener Eigenschaftensatz zugeteilt. Die Eigenschaften des Mauerwerks wurden ohne Eigenschaftensatz bestimmt. Der Unterschied beider Verfahren liegt in den Verwaltungsmöglichkeiten. Während das Mauerwerk nur in dem bestehenden Projekt zur Verfügung steht, sind die Putzarten in einer eigenen Bibliothek auf dem Rechner abgespeichert und stehen somit auch in anderen Projekten zur Verfügung (siehe Abbildung 5.7).

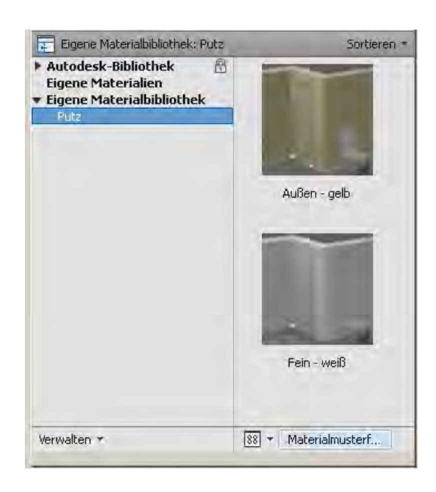


Abbildung 5.7: Erstellen einer eigenen Bibliothek mit eigenen Kategorien und neu erstellten Eigenschaftensätzen.

Nachdem die gewünschten Materialien erstellt sind, kann den einzelnen Schichten der erstellten Systemfamilien, in der entsprechenden Baugruppe, das gewünschte Material zugewiesen werden. Außerdem können die gewünschten Wandstärken mithilfe der Schaltfläche „duplizieren" erstellt werden.

Nachzeichnen der importierten Grundrisspläne

Im vorliegenden Building Information Model wurden die Wände entlang der importierten Geometrie nachgezeichnet. Dabei wurde mit der Ebene Erdgeschoss begonnen. Um sicherzustellen, dass tragende Wände und insbesondere Außenwände geometrisch deckungsgleich übereinander liegen, wurden die modellierten Wände des Erdgeschosses als Unterlage für die weiteren Ebenen verwendet. Dies kann in der Eigenschaftenpalette der entsprechenden Ebene unter „Unterlage“ eingestellt werden. Dabei werden die Elemente der Unterlage in grau angezeigt und können bei Bedarf sogar ausgewählt und bearbeitet werden.

Mithilfe der Erdgeschossebene als Referenz für die folgenden Ebenen, konnte die Deckungsgleichheit, insbesondere der Außenwände, gewährleistet werden. Dabei wurden Außenwände, die abweichende Wandbreiten besaßen, an den Außenwänden der Erdgeschossebene ausgerichtet. Im linken Bild der unteren Abbildung sind die Wände des 1. Obergeschoss dargestellt. Dabei ist die Ebene Erdgeschoss als Unterlage eingestellt. In der 3D-Ansicht rechts ist zu erkennen, dass die Außenwände deckungsgleich übereinander liegen.

Abschließend empfiehlt es sich, die importierte Geometrie auszublenden. Wie zuvor beschrieben, wurden die jeweiligen CAD-Zeichnungen vollständig in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt. Daraufhin existieren in Revit Architecture bereits zu Beginn sehr viele Elemente, die Speicherplatz benötigen. Mit einem Rechtsklick auf eine der importierten Linien, öffnet sich das Kontextmenü. Unter „In Ansicht ausblenden“ besteht die Möglichkeit nur das gewählte Element oder die ganze Element-Kategorie auszublenden. Dabei werden die Elemente aber nur in der Ansicht ausgeblendet, in der sich der Anwender gerade befindet. Von daher muss dies in jeder Ebene separat durchgeführt werden. Bei Bedarf kann sich der Anwender einzelne Elemente oder die ganze Kategorie im Projekt wieder anzeigen lassen. Das kleine Lämpchen in den „Steuerelementen für Ansichten“ zeigt alle ausgeblendeten Elemente in tiefem Rot an. Die Schaltfläche „In Ansicht anzeigen“ blendet diese wieder in das Projekt ein.

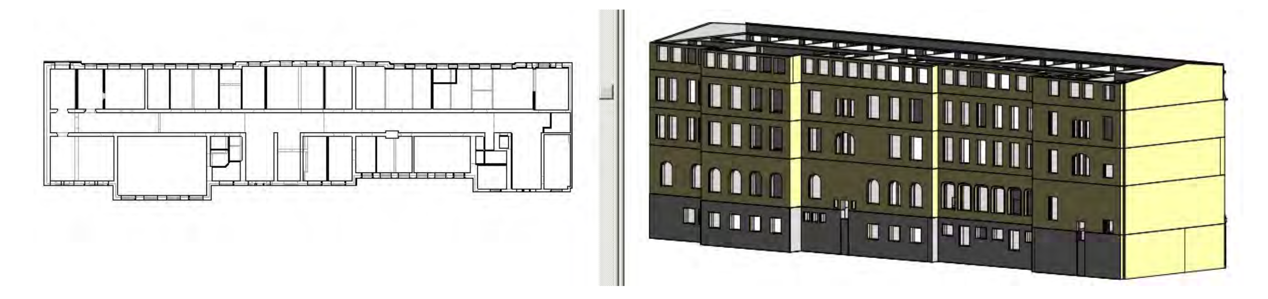


Abbildung 5.8: Darstellung des 1. Obergeschosses mit Ebene Erdgeschoss als Unterlage (links). Darstellung aller erstellten Wände in der 3D-Ansicht (rechts).

Wie in Bild 5.1 auf Seite 24 zu sehen ist, sind die Wände der West-Fassade teilweise mit verschiedenen Profilen ausgestattet. Dabei haben das 1.Untergeschoss, das sich anhand der Ergebnisse aus dem Aufmaß circa 1,6 m über der Geländeoberkante befindet, sowie ein Teil des Erdgeschosses, ein Profil aus festem Granitstein.

Dies dient zum einen als fließender Übergang von Gebäude III zum Gebäude IV, zum anderen dient es aber dem Schutz vor Einflüssen, wie z.B. Wetter oder Anprall und dem damit verbundenen Verschleiß. An der Außenfassade des 3. Obergeschosses wird das Kupferblech des Daches an den Außenwänden weitergeführt, um die Fassade an der Wetterseite vor den Witterungseinflüssen zu schützen. In Revit Architecture wurden einzelne Familien so konzipiert, dass Modellbauteile (siehe Abbildung 4.1), wie Fenster und Türen, nur in die entsprechenden Basisbauteile eingesetzt werden können. In den oben beschriebenen Fällen sind das Wände. Da die Profile einen komplexen Querschnitt besitzen, ist es nicht möglich diese in Form einer Wand zu modellieren bzw. ein Wandprofil dementsprechend zu bearbeiten. Es besteht jedoch die Möglichkeit, selbst erstellte Profile an Wände anzuheften. Die Vorgehensweise wird in den folgenden Abschnitten geschildert.

Ändern des vertikalen Aufbaus einer Wand

Um den vertikalen Aufbau einer Wand zu ändern, müssen zunächst die gewünschten Profile im Familieneditor gezeichnet werden. In diesem Fall werden die Profile in der Familienvorlage „M_Profil (Sweep)“ erstellt. Wandfugen können dagegen in der Familienvorlage „M_Profil (Fuge)“ angefertigt werden.

In Abbildung 5.9 ist die Vorlage der Familie „M_Profil (Sweep)“ dargestellt. Im vorliegenden Fall besteht die Vorlagendatei aus zwei Referenzebenen, die nicht gelöscht werden können, da sie den Einfügepunkt der ladbaren Familie in ein Projekt definieren. Die vertikale Ebene beschreibt dabei die Basisbauteilfläche und ist in der Eigenschaftenpalette unter „Name“ in den „ID-Daten“ auch so bezeichnet. Im Falle einer Wand wäre das also entweder die Innen- oder Außenfläche der Wand. Auf der linken Seite befindet sich das entsprechende Basisbauteil. Von daher wird das gewünschte Profil auf der gegenüberliegenden Seite skizziert. Die horizontale Referenzebene trägt den Namen „Mitte (Vorne/hinten)“ und bildet zusammen mit der vertikalen Ebene den Einfügepunkt.

Eine Referenzebene wird in Revit Architecture im Schnitt durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Diese repräsentiert eine Ebene, die in ihrer Ausdehnung unendlich groß ist.

Da es sich in diesem Fall um ein Wandprofil handelt, sollten die benötigten Abmessungen des Profils vorab analysiert werden. Die Wände des 3. Obergeschosses besitzen eine Höhe von 3,0 m. Die 1,74 m hohen Fenster befinden sich mit einer Brüstungshöhe von 1,0 m leicht oberhalb der Neigungskante des Kupfer-Profils, an der anfallendes Regenwasser in die Abflussrinne weitergeführt wird. Um einen sauberen Abschluss mit dem Dachaufbau zu erhalten, ragt das obere geneigte Profil, einen Meter über die Wandhöhe hinaus. Mit diesen Informationen kann das Profil anschließend im Familieneditor erstellt werden. Dabei ist das hinzufügen weiterer Referenzebenen hilfreich. Diese dienen als Gerüst, um die gewünschte Geometrie zu erstellen.

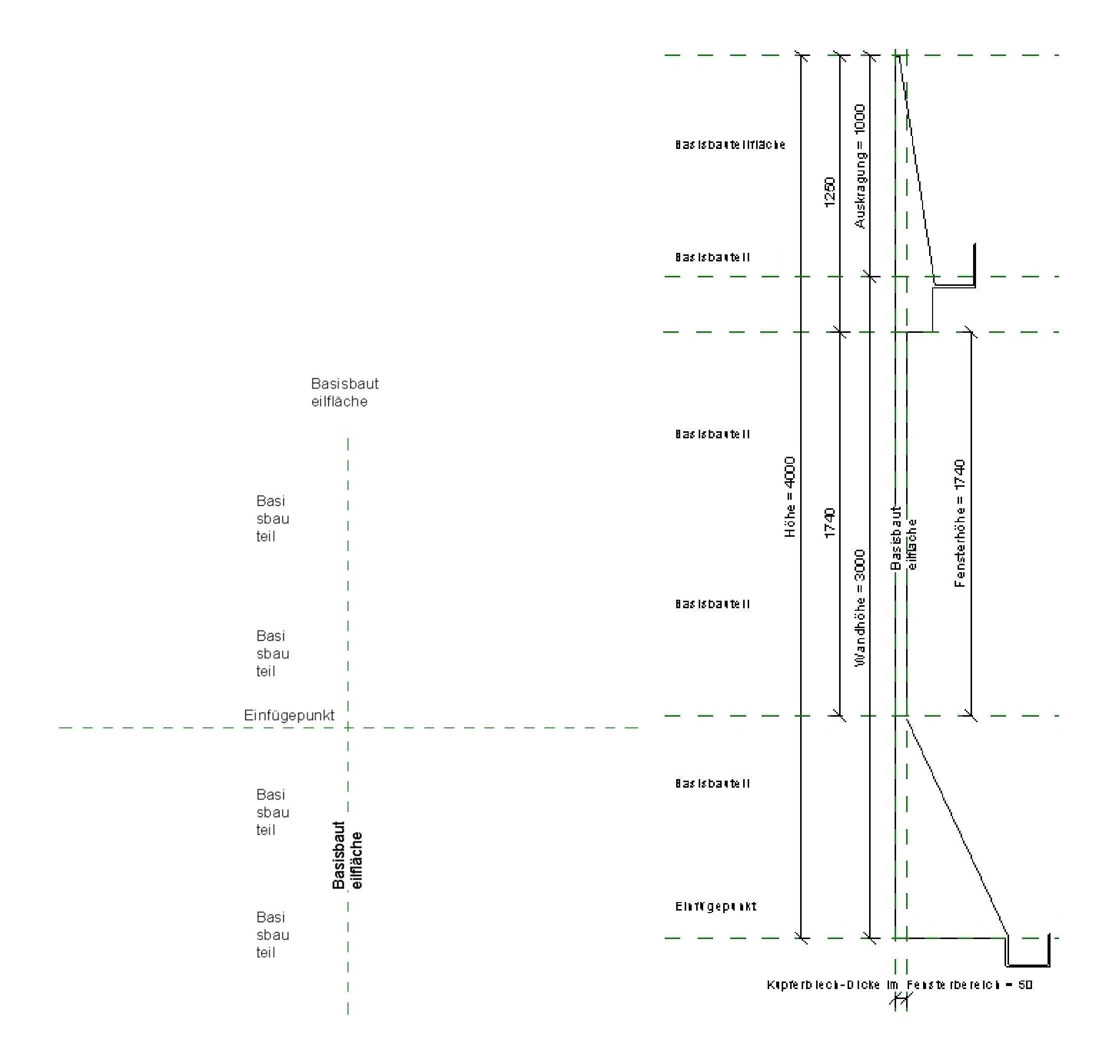


Abbildung 5.9: Familienvorlage „M_Profil (Sweep)“ mit vordefinierten Referenzebenen (links). Profil des Kupferblechs im 3. Obergeschoss mit zusätzlich eingefügten Referenzebenen (rechts).

Im vorliegenden Beispiel wurden für das Kupferblech (Abbildung 5.9, rechts) zunächst zwei weitere Referenzebenen erstellt. Erstere wurde mit „Oberkante Profil“ und letztere mit „Oberkante Wand“ bezeichnet. Außerdem wurden zwei Referenzebenen eingefügt, die die Abmessungen des Fensters darstellen. Abschließend wurde eine vertikale Referenzebene eingeführt, die die Dicke des Kupferblechs im Bereich der Fenster beschreibt. Anhand dieses Gerüsts kann das gewünschte Profil mit einfachen Linien gezeichnet werden.

Beim zeichnen von Referenzebenen kann die Parametrik, die Revit Architecture bietet, genutzt werden. In Abbildung 5.10 ist zu sehen, dass die beiden Ebenen zunächst nur 500 mm voneinander entfernt sind, das Kupferblech ragt jedoch 1000 mm über die Wandhöhe hinaus. Durch das Einfügen einer Bemaßung, welcher später ein Parameter zugewiesen werden kann, hängen die Referenzebenen, ab diesem Zeitpunkt, voneinander ab. Wird eine der Referenzebenen ausgewählt kann die Bemaßung geändert werden. Dabei verschiebt sich die ausgewählte Ebene entsprechend der neuen Eingabe. In diesem Fall soll die Oberkante der Wand genau 1000 mm unterhalb der Oberkante des Profils liegen. Mithilfe der Parametrik wird in diesem Fall sichergestellt, dass diese Bedingung stets eingehalten ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass mit dieser Methode sehr viel schneller gearbeitet werden kann.

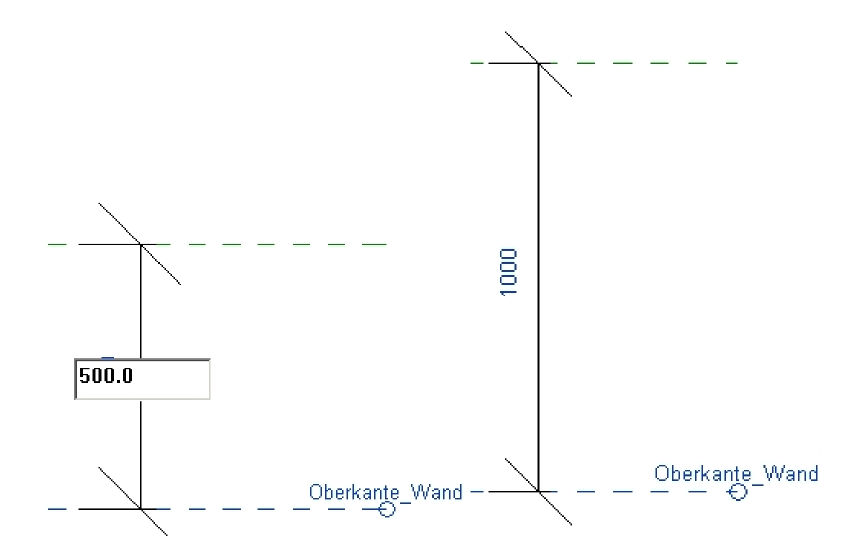


Abbildung 5.10: Bemaßen der Referenzebenen und ausnutzen der Parametrik.

In der verwendeten Familienvorlage kann schließlich noch die Profilnutzung eingestellt werden. Diese Eigenschaft befindet sich in der Eigenschaftenpalette unter dem Reiter „Sonstige“. Da es sich um ein Wandprofil handelt, ist in diesem Fall „Profilierte Wand“ eingestellt. Es können aber auch Profile für z.B. Geländer, Fugen, Pfosten, usw. erstellt werden. Diese Information steht im Projekt zur Verfügung und schafft eine gewisse Übersichtlichkeit. Abschließend kann das gezeichnete Profil, mit dem Werkzeug „In Projekt laden“, in das Projekt importiert werden.

Nachdem die benötigten Profile für Gebäude IV erstellt waren, konnten im nächsten Schritt, die betroffenen Wände erneut dupliziert werden. Dadurch wurde sichergestellt, dass nur die duplizierten Wände mit einem Profil versehen werden und nicht auch Wände, die eine identische Wandstärke aufweisen. Anschließend konnten die verschiedenen Profile an die betroffenen Wandflächen angefügt werden. Um dies zu ermöglichen wurden die Typenparameter der Wände modifiziert. Unter dem Parameter „Konstruktion“ kann der vertikale Aufbau einer Wand-Systemfamilie geändert werden. Dabei muss, wie in Abbildung 5.11, links zu sehen ist, die Schaltfläche „Vorschau“ aktiviert und unter Ansicht „Schnitt: Typenattribute ändern“ ausgewählt sein. Über die Schaltfläche „Sweeps“ gelangt der Anwender dann in das Dialogfeld „Profilierte Wände“, in dem diverse Einstellungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen (siehe Abbildung 5.11, rechts). Hier kann zum einen ein Profil aus der Familienbibliothek geladen werden, falls das noch nicht geschehen ist. Weiterhin können der Wand mithilfe der Schaltfläche „Hinzufügen“ einzelne Profile hinzugefügt werden. Im nächsten Schritt wählt der Anwender das gewünschte Profil in der dazugehörigen ersten Spalte aus. Unter „Material“ kann diesem das Material zugewiesen werden. Im vorliegenden Beispiel ist der Abstand des Einfügepunktes, der in der dritten Spalte bestimmt werden kann, gleich Null. Dieser Punkt definiert den Ort an dem das Profil in das Projekt eingebunden wird. In der vierten Spalte kann außerdem eingestellt werden, ob sich der Einfügepunkt an der Unter- bzw. Oberkante des Basisbauteils befindet. Die darauffolgende Spalte beschreibt den Einbau des Profils, entweder an der Außen- oder der Innenseite der Wand. Das Kupferblech befindet sich an der Wandaußenfläche.

In der zugehörigen Familie befindet sich der Einfügepunkt zudem an der Unterkante der Wand. In der sechsten Spalte besteht die Möglichkeit einen horizontalen Versatz von der Wandfläche einzustellen. In der letzten Spalte kann außerdem eingestellt werden, ob die profilierte Wand von eingefügten Elementen geschnitten werden kann. In diesem Fall ist die Außenwand des 3. Obergeschosses mit einer Fensterfront durchzogen. Von daher ist das Häkchen in den Einstellungsmöglichkeiten gesetzt.

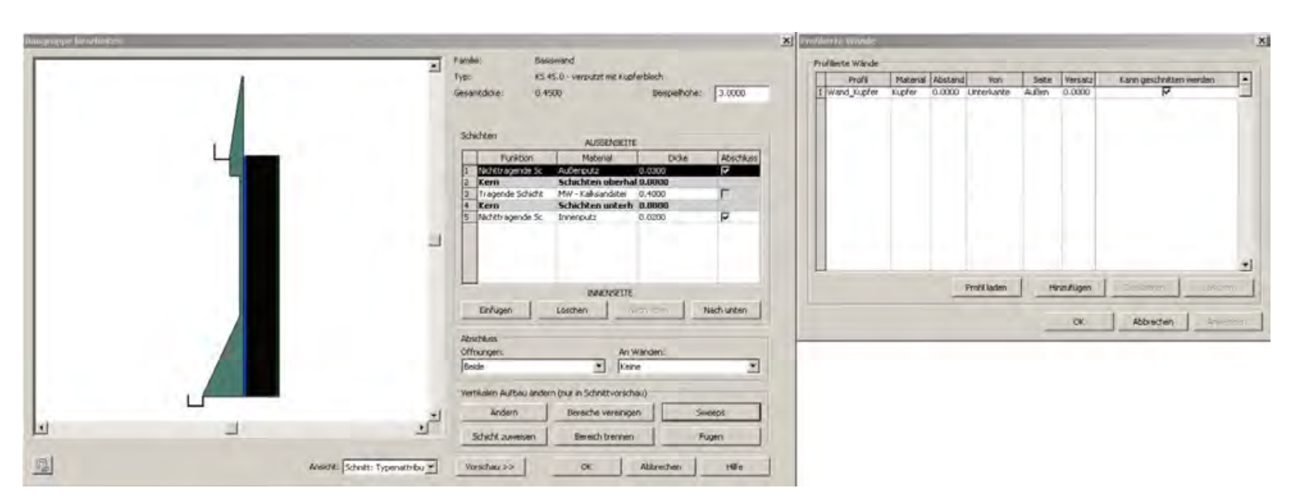


Abbildung 5.11: Dialogfeld „Baugruppe bearbeiten“ mit Vorschau in der Schnittansicht (links). Dialogfeld „Profilierte Wände“, in dem Einstellungen vorgenommen werden können, die die Eigenschaften des Profils bestimmen (rechts). Hinweis: Hier sind nur die für das Profil relevanten Spalten angezeigt.

Die nachfolgende Abbildung 5.12 zeigt Ausschnitte der bestehenden profilierten Außenwände an der West-Fassade des Building Information Model. Dabei wurden die oben beschriebenen Profileinstellungen vorgenommen. Die Verbindungen des Profils an Ecken und Wandvorsprüngen erstellt Revit dabei automatisch.



Abbildung 5.12: Kupferblech-Profil des 3. Obergeschosses (links) und Granitstein-Profil im Bereich des Erd- und Untergeschosses (rechts).

Abschließend wurden die Wände mit dem Werkzeug „Sperren“ an der aktuellen Position im Projekt gesperrt, um zu verhindern, dass sich diese während der weiteren Modellierung gegenseitig verschieben.

Bei der Erstellung der Wände sind unterschiedliche Probleme aufgetreten, die in Kapitel 7 näher beschrieben werden. Aus diesem Grund weichen die erstellten Grundrisspläne in Revit Architecture teilweise von den ursprünglichen CAD-Dateien ab. Die Abweichungen halten sich jedoch in Grenzen und sind aus ausführungstechnischer Sicht teilweise sogar notwendig.

5.6 Erstellen des Fundaments und der Geschossdecken

Das Fundament und die Geschossdecken wurden in Stahlbetonbauweise modelliert, da diese Bauweise dem heutigen Standard entspricht und im modernen Hochbau üblicherweise Anwendung findet.

Fundament

Fundamente befinden sich in Revit Architecture unter der Registerkarte „Tragwerk“ und müssen in einer Grundrissansicht gezeichnet werden.

Bei der Erstellung des Fundaments wurde eine 30 cm dicke Bodenplatte aus Stahlbeton verwendet. Diese liegt auf einer 5 cm dicken Sauberkeitsschicht. Im ersten Schritt wurde eine Systemfamilie mit den entsprechenden Parametern erstellt. Anschließend wurde im Skizziermodus ein Rechteck gezeichnet, das an jeder Stelle mindestens 50 cm über die Begrenzungslinien der Außenwände ragt. Der Bearbeitungsmodus wurde beendet und die Bodenplatte fertiggestellt.

Geschossdecken

Die Geschossdecken befinden sich in Revit Architecture unter der Registerkarte „Start“ in der Gruppe „Erstellen“ Sie werden ebenfalls in einer Grundrissansicht gezeichnet.

Die einzelnen Geschossdecken bestehen aus einer 20 cm dicken Stahlbetonschicht. Bei der Modellierung musste berücksichtigt werden, dass die Wände des Untergeschosses über die Geländeoberkante hinaus ragen. Das Aufmaß hat dabei ergeben, dass die Oberkante der Deckenplatte des Erdgeschosses circa 1,60 m über dem Gelände liegt. Dies wurde in der Luisenstraße an der West-Fassade von Gebäude IV gemessen. Aus diesem Grund wurden die Eingangsbereiche, genauso wie die Treppenhäuser, bei der Modellierung der tragenden Geschossdecken nicht mit berücksichtigt. In den Eingangsbereichen wurden separate Platten verlegt, die an den Türunterkanten ausgerichtet wurden.

In Abbildung 5.13 ist der Skizziermodus für die Geschossdecke der Erdgeschossebene dargestellt. Die Linien laufen entlang der Mittelachse der Außenwände, mit entsprechenden Aussparungen in den oben beschriebenen Bereichen. Dabei wurden die Werkzeuge „Linien auswählen“ in Verbindung mit „Stutzen/dehnen für Ecke“ verwendet. Die Decken in den Eingangsbereichen besitzen einen negativen Höhenversatz. An der West-Fassade liegen die

Platten 1,6 m unterhalb der Erdgeschossebene. In den Eingangsbereichen an der Ost-Fassade beträgt der Höhenversatz minus 1,0 m. Dieser kann in der Eigenschaftenpallette der Geschossdecken unter „Höhenversatz“ eingestellt werden.

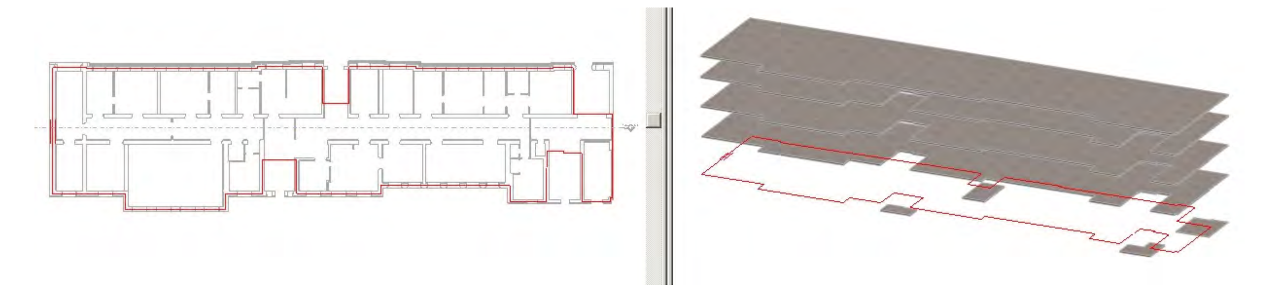


Abbildung 5.13: Begrenzungslinien der Geschossdecke des Erdgeschosses. Die Eingangsbereiche sind nicht in der Begrenzung enthalten (links). 3D-Ansicht aller erstellten Decken. Die Decke des Erdgeschosses wird hier im Skizziermodus angezeigt. Treppenhäuser und Eingangsbereiche sind nicht in den Begrenzungen enthalten (rechts).

Nach Fertigstellung aller Geschossdecken wurde eine Kollisionsprüfung zwischen den Wänden und Deckenplatten durchgeführt.

Das Werkzeug befindet sich in der Registerkarte „Zusammenarbeit“ und sucht nach ungültigen Überschneidungen von Elementen unterschiedlichen Typs. Das Ergebnis der Kollisionsanalyse ist im Folgenden Bild zu sehen. Der Bericht zeigt in diesem Fall fünf Überschneidungen zwischen den Geschossdecken und Wänden im Projekt an. Wählt der Anwender eine der betroffenen Wände aus und klickt auf „Anzeigen“, wird ihm diese automatisch angezeigt. Anschließend können solche Überschneidungen mit dem Werkzeug „Verbinden“ bereinigt werden. Dabei wird die sichtbare Kante zwischen verbundenen Elementen entfernt.

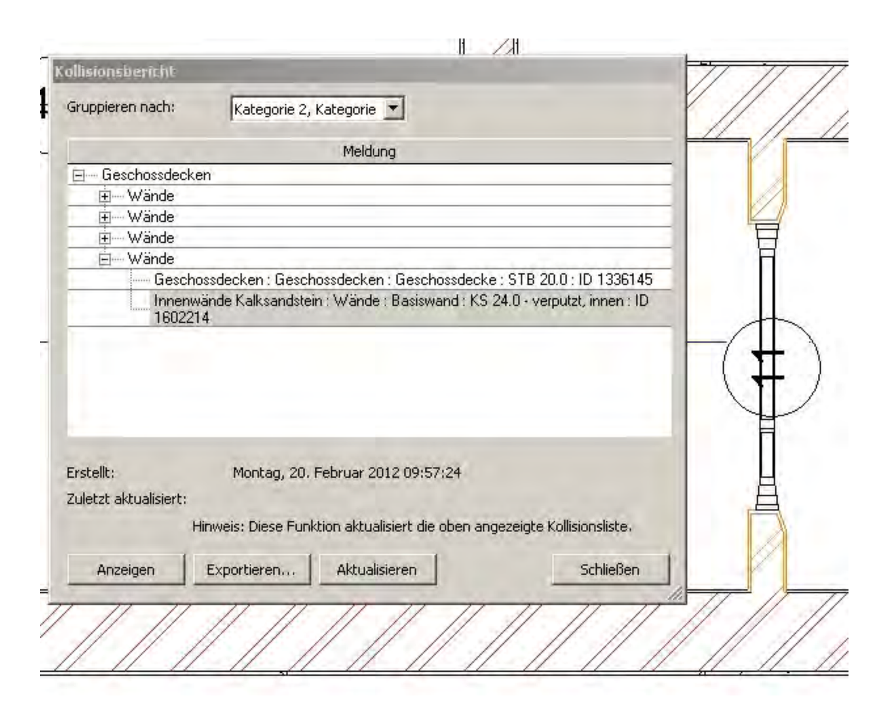


Abbildung 5.14: Ergebnis der Kollisionsanalyse zwischen Wänden und Geschossdecken.

5.7 Modellieren der Fenster und Türen

Um bei der späteren Visualisierung ein möglichst realistisches Ergebnis zu erhalten, wurde ein Großteil der Fenster und Türen im Familieneditor erstellt. Dabei waren die Fotoaufnahmen der verschiedenen Fenster- und Türarten essentiell, da Informationen über das konkrete Aussehen selbstverständlich nicht in den 2D CAD-Dateien enthalten sind. Diese enthalten lediglich die Höhen und Breiten der genannten Elemente. Das erstellte Aufmaß enthält Informationen über die vorhandenen Materialien und Abmessungen, wie z.B. Sprossen-, Kämpfer- und Rahmenbreiten.

Außerdem wurden einige bereits bestehende Revit-Familien, die vom optischen Erscheinungsbild einzelnen Fenstern oder Türen entsprechen, passend abgeändert und für das Building Information Model verwendet. Dabei wurden die parametrischen Eigenschaften der bestehenden ladbaren Familien überprüft.

5.7.1 Erstellen eigener ladbarer Familien

Das Arbeiten im Familieneditor ist bei Fenster- und Türfamilien identisch, lediglich die Vorlagendatei ist eine andere. In diesem Abschnitt soll das konstruktive Arbeiten im Familieneditor erläutert werden, sowie die Vorgehensweise zur Erstellung intelligenter parametrischer Modellelemente. Beispielhaft soll dies mithilfe einer einfachen Fensterfamilie beschrieben werden.

Die verwendeten Vorlagendateien zur Erstellung eigener Fenster („M_Fenster“) und Türen („M_Tür“) enthalten jeweils eine Basiswand sowie eine bereits vorgegebene Öffnung. Die Basiswand wird anhand von drei Referenzebenen definiert, die nicht gelöscht werden können. Die Referenzebene an der Außenseite der Wand trägt den Namen „Außen“, die an der Innenseite den Namen „Innen“. Die Mittelachse der Wand wird in Revit mit „Mitte (Vorne/hinten)“ bezeichnet. Die Öffnung wird von drei weiteren Referenzebenen beschrieben. Diese sind „Links“, „Mitte (Links/rechts)“ und „Rechts“ (siehe Abbildung 5.15). Dabei kann die Öffnung und die entsprechenden Referenzebenen bei Bedarf gelöscht werden, um z.B. eine komplexe Wandöffnung zu erstellen. Die bestehende Wand kann dagegen nicht gelöscht werden. Sie fungiert im Familienmodus lediglich als Basiswand, die alle Wände in einem Projekt repräsentiert.

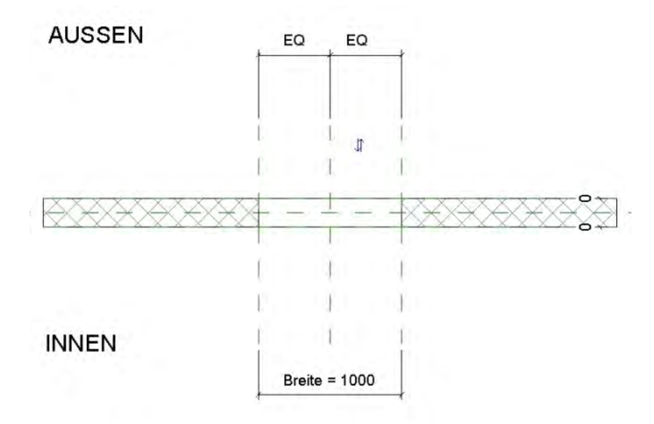


Abbildung 5.15: „M_Fenster“ zur Erstellung einer ladbaren Fensterfamilie in Revit Architecture 2012. Dargestellt ist der Grundriss der im Familieneditor mit „Referenzebene“ bezeichnet wird.

In obiger Abbildung sind weiterhin zwei Bemaßung zu erkennen. Die obere wird mit „EQ“ bezeichnet. Diese bemaßt die Referenzebenen „Links“, „Mitte (Links/rechts)“ und „Rechts“. Die Abkürzung „EQ“ steht dabei für „equal“ oder zu Deutsch „gleich groß“. Die Bemaßung schafft eine Abhängigkeit zwischen den Referenzebenen, die besagt, dass die Referenzebenen „Links“ und „Rechts“ immer exakt gleichweit von der Referenzebene „Mitte (Links/rechts)“ entfernt liegen. Die untere Bemaßung trägt den Namen „Breite“ und bemaßt die Referenzebenen „Links“ und „Rechts“ Sie repräsentiert einen bereits vorhandenen Parameter der Vorlagendatei. Der Parameter hat den Namen „Breite“ und besitzt den Wert 1000 mm.

5.7.1.1 Modellierung von Fenstertyp 4 im Familieneditor

In der Planungsphase von Bauprojekten sind die verschiedenen Beteiligten oftmals noch in der Entscheidungsfindung. Hier wird, aus verschiedenen Gründen, häufig nach Alternativen gesucht. Der BIM-Prozess soll die beteiligten dabei bestmöglich unterstützen und ein effektives Arbeiten ermöglichen. Parametrische Modellelemente, wie das Basisbauteil aus Abbildung 5.16, tragen dazu bei effektiver, kreativer und wirtschaftlicher zu arbeiten, da sie beispielsweise bezüglich der geometrischen Form oder dem verwendeten Material rasch editiert werden können.



Abbildung 5.16: Fenstertyp 4 mit Parametrik, erstellt in der Vorlagendatei „M_Fenster“.

Erstellen einer variablen Öffnung

Referenzebenen zeichnen:

Im ersten Schritt soll eine Öffnung erstellt werden, die es ermöglicht, an der Innen- und Außenseite des Fensters, einen Putzüberhang einzustellen. Dazu wird die bestehende Öffnung mithilfe der „Entfernen“-Taste gelöscht. Wie bereits in Kapitel 5.5 unter „Ändern des vertikalen Aufbaus einer Wand“ beschrieben wurde, ist es ratsam, sich zunächst ein Gerüst aus Referenzebenen aufzubauen. Hierfür werden im Grundriss zwei vertikale Referenzebenen mit den Namen „Putzüberhang links“ und Putzüberhang rechts“ erstellt. In horizontaler Richtung werden drei Ebenen gezeichnet, die mit „Einbautiefe (von außen)“, „Glas Achse“ und „Einbautiefe (von innen)“ bezeichnet werden. In der Ansicht „Außen“ wird zusätzlich eine Referenzebene eingefügt, die für den Putzüberhang am Fenstersturz steht.

Referenzebenen bemaßen, Parameter zuweisen und Parameterwerte bearbeiten:

Wie in Abbildung 5.17 (oben) zu sehen ist, spielt es zunächst keine Rolle, an welcher Stelle die Referenzebenen gezeichnet werden, da sie im nächsten Schritt bemaßt werden und so voneinander abhängen. Wird eine Bemaßung ausgewählt, kann in der Optionsleiste unter „Parameter“ ein neuer Parameter hinzugefügt werden. In dieser Liste befinden sich zudem alle Parameter, die bereits erstellt wurden. In Abbildung 5.17 (unten) ist zu erkennen, dass die Referenzebenen „Links“ und „Putzüberhang links“ bzw. „Rechts“ und „Putzüberhang rechts“ bemaßt wurden. Im nächsten Schritt wird der linken Bemaßung ein Typenparameter, mit der Bezeichnung „Putzüberhang“, zugeteilt. Dieser wird unter dem Begriff „Konstruktion“ gruppiert. Wählt der Anwender nun die rechte Bemaßung aus, findet er in der Optionsleiste unter „Parameter“ den soeben erstellten Parameter und kann diesen zuteilen.

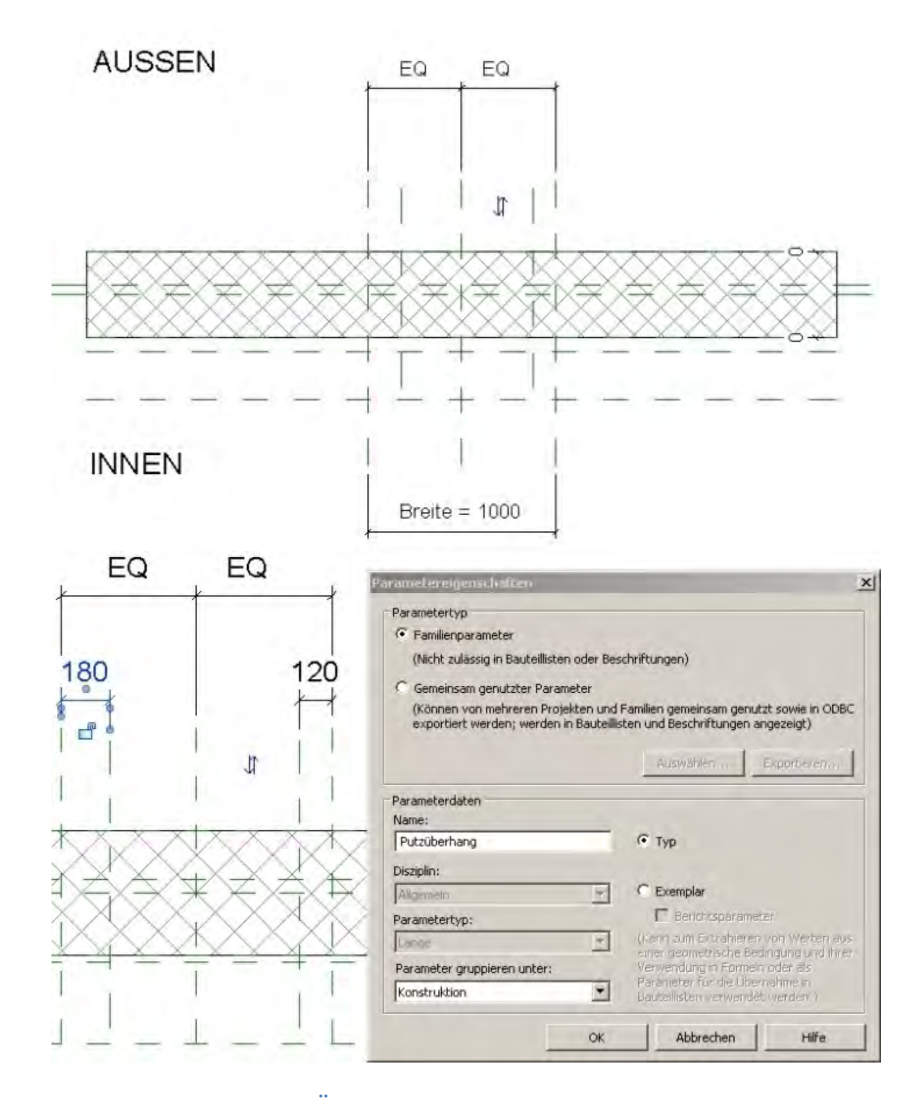
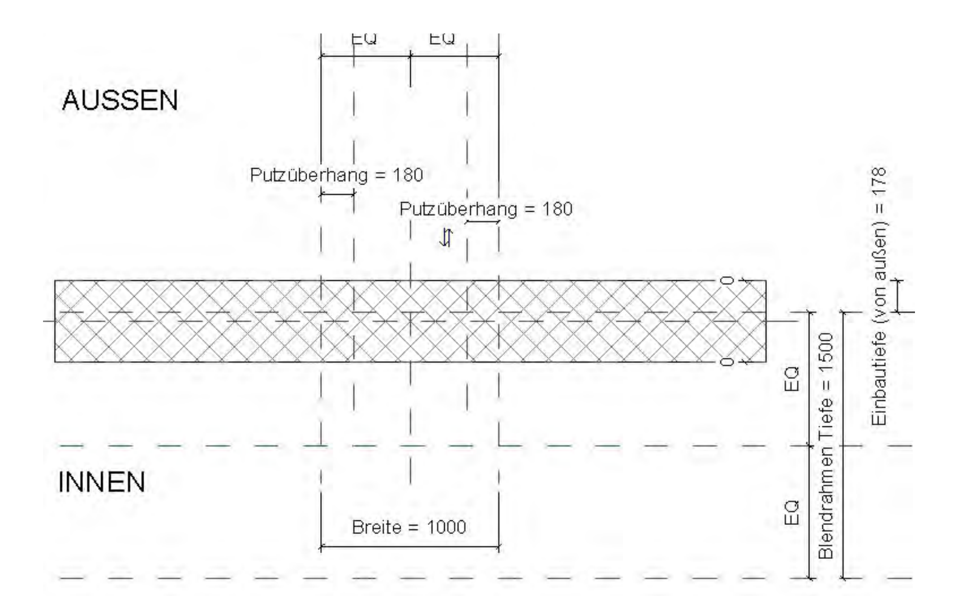


Abbildung 5.17: Löschen der vorhandenen Öffnung und erstellen zusätzlicher Referenzebenen. Die Referenzebenen können, solange sie horizontal und vertikal verlaufen, an beliebiger Stelle eingefügt werden (oben). Bemaßen der Referenzebenen und zuweisen eines Parameters (unten).

Die nachstehende obere Abbildung zeigt, dass zwei weitere Parameter hinzugefügt wurden. „Einbautiefe (von außen)“ beschreibt dabei die Einbautiefe des Blendrahmens von der Außenseite des Fensters aus gesehen. Der zweite Parameter beschreibt die Tiefe des Blendrahmens. In diesem Fall wurde mithilfe der „EQ“-Funktion sichergestellt, dass die Glasachse sich immer genau in der Mitte des Blendrahmens befindet. Außerdem wurde in der Ansicht „Außen“ der Parameter „Putzüberhang oben“ erstellt. Die untere Abbildung stellt das Dialogfeld für Familientypen dar. Dieses findet sich in der Multifunktionsleiste unter der Gruppe „Eigenschaften“. In diesem Dialogfeld kann mit der Schaltfläche „Neu“ ein neuer Familientyp erstellt und bezeichnet werden. Mit der Schaltfläche „Hinzufügen“ können weitere Parameter gebildet werden, wie z.B. Materialparameter. Mithilfe von Materialparametern können im Projekt, unter den Typeneigenschaften, für verschiedene Bauteile unterschiedliche Materialien ausgewählt werden. Zuletzt sind natürlich auch alle erstellten Parameter im Dialogfeld Familientypen enthalten. Hier können die gewünschten Werte eingestellt werden und so die vorhandene Parametrik überprüft werden. Bis jetzt hängen jedoch nur die einzelnen Referenzebenen voneinander ab.



Name

Name: 2850 mm H x 1570 mm W

OK Abbrechen

Familientypen

Name:

Parameter	Wert	Formel
Konstruktion		
Putzüberhang oben	20.0	=
Putzüberhang	20.0	=
Wandabschluss	Beide	=
Blendrahmen Tiefe	100.0	=
Konstruktionstyp		=
Abmessungen		
Rohbauhöhe	2850.0	= Höhe
Höhe	2850.0	=
Einbautiefe (von außen)	200.0	=
Breite	1570.0	=
Rohbaubreite	1570.0	= Breite
IFC-Parameter		
Vorgang		=
Sonstige		
Standardschwelle/-brüst	800.0	=

Familientypen: Neu... Umbenennen... Löschen

Parameter: Hinzufügen... Ändern... Entfernen

OK Abbrechen Anwenden Hilfe

EQ EQ

AUSSEN

Putzüberhang = 20

Putzüberhang = 20

EQ

Blendrahmen Tiefe = 100

Einbautiefe (von außen) = 200

INNEN

Breite = 1570

Abbildung 5.18: Erstellen und Zuteilen von Parametern, die für die Erstellung einer variablen Öffnung nötig sind (oben). Erstellung eines Familientypen und Eingabe von Parameterwerten (unten).

Erstellen einer Abzugskörperform:

Jetzt sind die Voraussetzungen erfüllt, um eine parametrische Fensteröffnung zu erstellen. Hierbei muss die Öffnung mithilfe eines Abzugskörpers aus der Wand geschnitten werden. Das Werkzeug befindet sich in unter der Registerkarte „Start“ in der Gruppe „Formen“. In diesem Beispiel wird eine Abzugskörper-Extrusion gewählt. Extrusion bedeutet dabei, dass Revit aus einer 2D-Linienkette einen 3D-Volumenkörper extrudiert.

Zunächst muss jedoch eine Arbeitsebene festgelegt werden. Das entsprechende Werkzeug befindet sich ebenfalls unter der Registerkarte „Start“. Damit erhält Revit die Information, welche Ebene als Basisfläche für die Erstellung der Volumengeometrie verwendet werden soll.

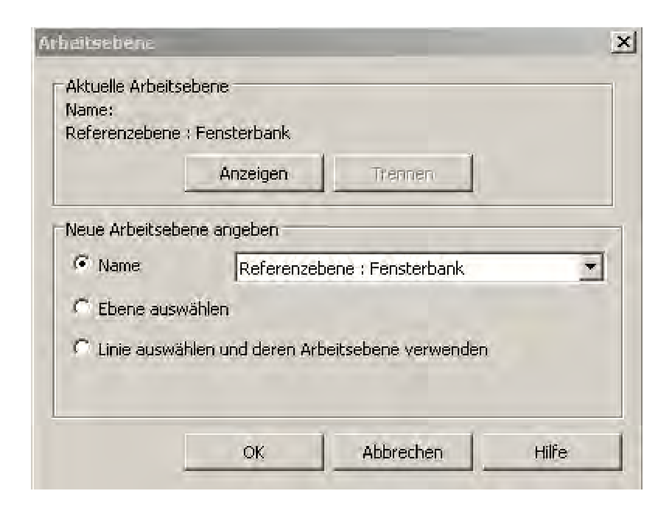


Abbildung 5.19: Festlegen einer Arbeitsebene. Für die Fensteröffnung wurde hier die Fensterbank verwendet.

Aus Abbildung 5.19 wird klar, warum es sinnvoll ist, die gezeichneten Referenzebenen mit Namen zu versehen. Die gewünschte Referenzebene kann aus der Liste gewählt werden. Außerdem schafft dies eine gewisse Übersichtlichkeit und Ordnung, falls viele Referenzebenen erstellt werden müssen. Beim Ausrichten von Linien an Referenzebenen wird der vergebene Name angezeigt.

Nun kann die gewünschte Form der Öffnung in den Grundriss skizziert werden und an den Referenzebenen ausgerichtet werden. Die Bedingung hierbei ist, jede Linie an der entsprechenden Referenzebene zu sperren. Das bedeutet, das Schloss in Abbildung 5.20 muss durch einen Mausklick geschlossen werden. Ansonsten bleibt durch das Verschieben der Referenzebene die Linie unbeeinflusst. Anschließend kann in einer Ansicht noch die Parametrik für die Höhe der Öffnung erzeugt werden. Der Abzugskörper wird an der Referenzebene „Putzüberhang oben“ gesperrt.

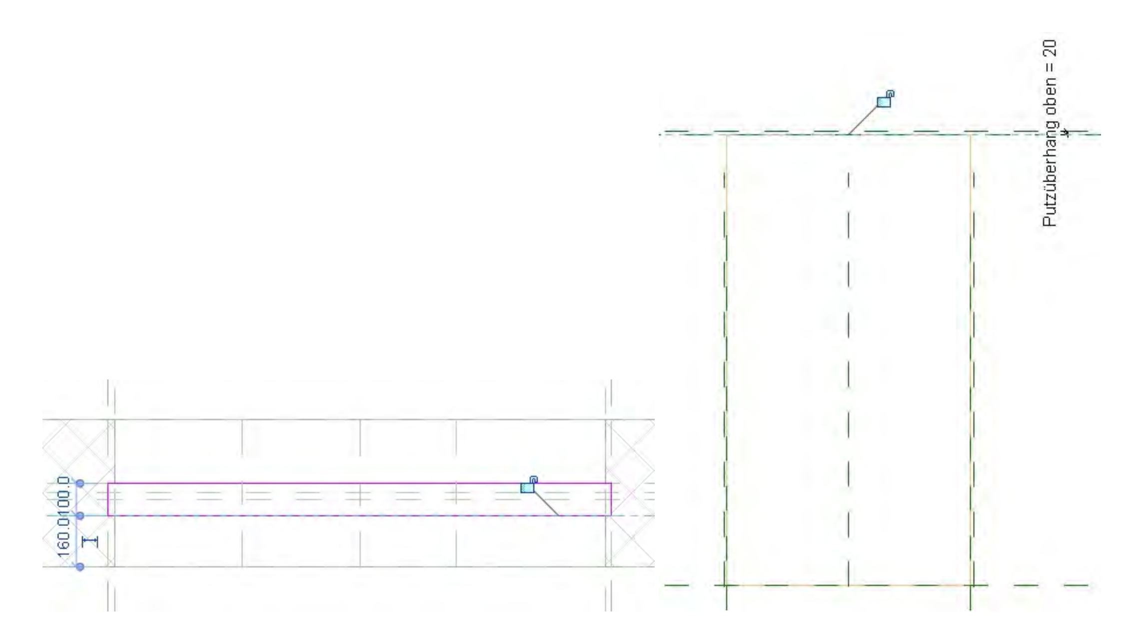


Abbildung 5.20: Ausrichten der Extrusion im Grundriss (links) und in der Ansicht (rechts). In diesem Fall wird im Grundriss die Form bestimmt und in der Ansicht die Höhe. Um die gewünschte Parametrik zu erreichen, muss die Form an den Referenzebenen gesperrt werden.

Schließlich muss der erstellte Abzugskörper noch von der Wand abgezogen werden. Wählt man diesen im Grundriss aus, kann er mithilfe des Werkzeugs „Schnitt“ von der Wand abgezogen werden. Als erstes wird der Volumenkörper ausgewählt, der geschnitten wird, in diesem Fall also die Extrusion. Anschließend wird die zu schneidende Form ausgewählt, welche der vorhandenen Wand entspricht. Das Ergebnis, nachdem alle drei Öffnungen erzeugt wurden, zeigt Abbildung 5.21.

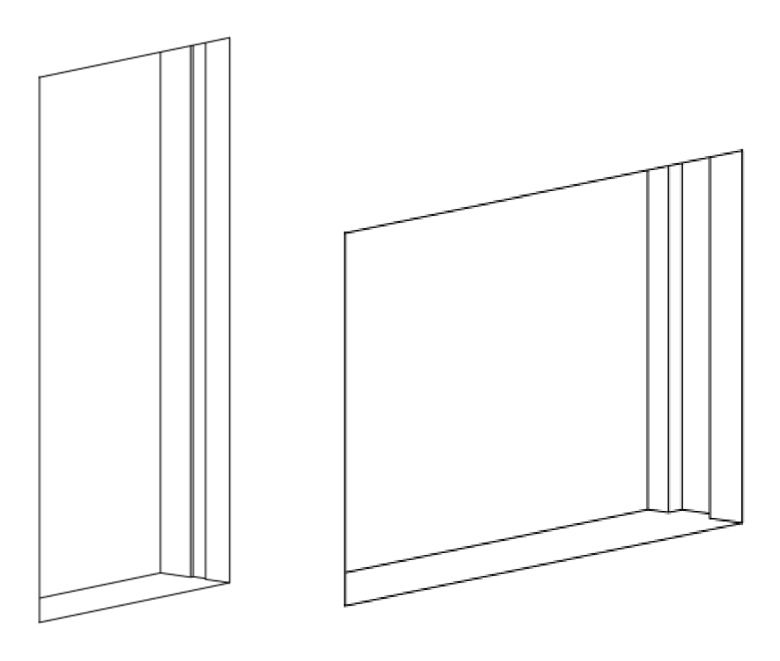


Abbildung 5.21: Parametrische Öffnung erstellt im Familieneditor von Revit Architecture 2012.

Modellierung von Bauteilen

Erstellen einer Sweep-Form:

Nachdem die variable Öffnung in die Wand geschnitten wurde, kann mit der Modellierung des Blendrahmens begonnen werden. Hierzu wird als Form der „Sweep“ verwendet. Um einen Sweep in Revit Architecture zu erstellen muss ein Pfad definiert werden. An diesem Pfad läuft dann ein gezeichnetes 2D-Profil entlang. So wird aus einer 2D- eine 3D-Form „gezogen“.

Der Blendrahmen soll einerseits die parametrischen Eigenschaften der Fensteröffnung kennen, um bei Modifikationen der Öffnungsmaße automatisch mit geändert zu werden. Andererseits werden dem Blendrahmen auch eigene Parameter zugeteilt. Dies sind ein weiterer Parameter für die Konstruktion und ein Parameter, der das Material des Blendrahmens definiert. In Abbildung 5.18 ist zu sehen, dass bereits ein Parameter für die Konstruktion definiert wurde. Dieser trägt den Namen „Blendrahmen Tiefe“ und liegt innerhalb der Referenzebenen „Einbautiefe (von außen)“ und „Einbautiefe (von innen)“.

Als erstes wird wieder ein Gerüst aus Referenzebenen für den Rahmen geschaffen. Dabei werden in der Ansicht „Außen“ je zwei horizontale und vertikale Referenzebenen gezeichnet. Die horizontalen Ebenen definieren dabei die Ober- bzw. Unterkante der Innenflächen des Blendrahmens. Die vertikalen Referenzen stehen dagegen für die linke und rechte Innenkannte. Diese werden nun mit den entsprechenden Referenzebenen, die die mittlere Öffnung definieren, bemaßt (siehe Abbildung 5.22). Damit wird eine Verknüpfung zwischen der Größe der Fensteröffnung und des Blendrahmens geschaffen. Den Bemaßungen wird der Parameter „Blendrahmen Breite“, mit einem Wert von 50 cm zugeteilt. Anschließend kann, unter der kontextabhängigen Registerkarte „Ändern/Sweep“, der Pfad für den Sweep skizziert werden. Als Ebene wird die Referenzebene „Glasachse“ ausgewählt, da die Glasscheibe auf der Mittelachse des Blendrahmens liegt. Der Pfad wird, wie Abbildung 5.22 zeigt, wieder an die entsprechenden Referenzebenen gesperrt. Nach Fertigstellung kann jetzt unter „Profil bearbeiten“ das Profil für den Blendrahmen erstellt werden. Dabei zeigt Revit die passenden Ansichten, die zum zeichnen des Profils verwendet werden können, automatisch an. Welche das sind hängt von der zuvor ausgewählten Ebene ab, da an dieser der Pfad des Profils entlang läuft. Die folgende, rechte Abbildung zeigt das erstellte Profil in der linken Ansicht. Hier ist außerdem der Einfügepunkt des Sweeps zu sehen. Es ist der Schnittpunkt der Referenzebenen „Glasachse“ und „Fensterbank“, da beim Zeichnen des Pfads an der Fensterbankebene begonnen wurde. Außerdem ist ein Referenzgerüst zu erkennen. Dabei stört jedoch die Referenzebene etwas, die die Mittelachse der Wand definiert. Diese kann vom Anwender leider nicht gelöscht werden.

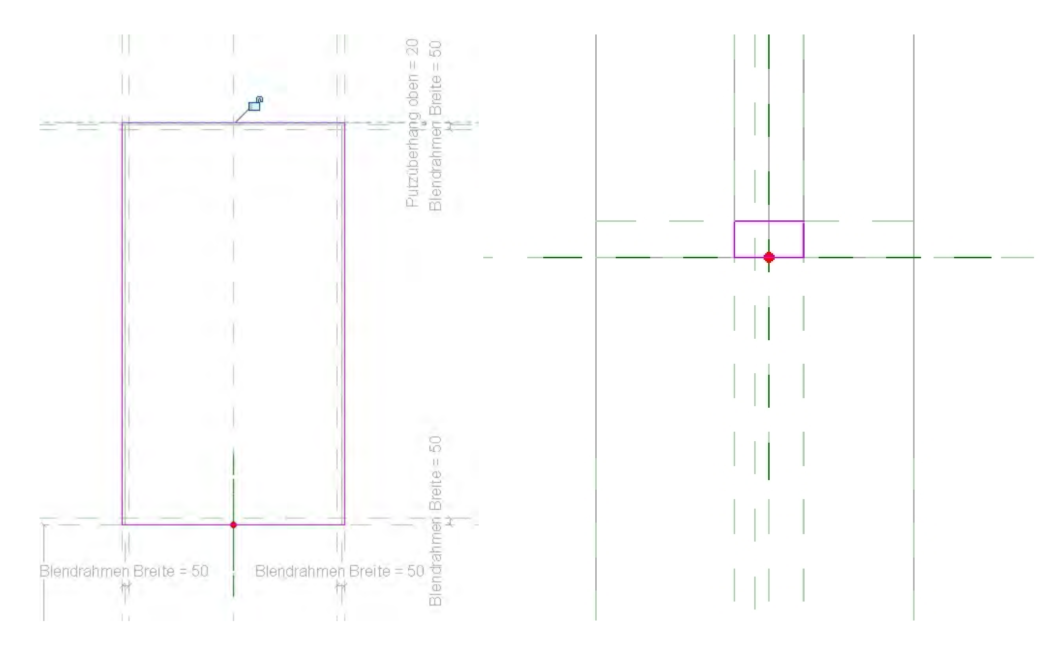


Abbildung 5.22: Zeichnen des Pfads für den Sweep in der Ansicht „Außen“ (links) und erstellen des Profils in der Ansicht „Links“ (rechts).

Durch beenden des Skizziermodus wird der Sweep des Blendrahmens automatisch erzeugt.

Parametrik Überprüfung und Parameter mit einfachen mathematischen Formeln:

Der Kämpfer des Fensters wird mithilfe der Extrusion erstellt. Das Vorgehen bei der Erstellung ist mit den beiden vorangegangen Formen vergleichbar. Auf leichte Unterschiede wird im Folgenden kurz eingegangen. Die festgelegte Ebene ist die „Referenzebene „Mitte (Links/rechts)“, das heißt die Extrusion muss entweder in der linken oder der rechten Ansicht erstellt werden. Die Parameter der Kämpferkonstruktion lauten „Kämpfer Breite“ und „Kämpfer Tiefe“. In Abbildung 5.23 ist zu sehen, dass der Querschnitt des Kämpfers nicht ganz rechteckig ist. Die vorhandenen Einkerbungen können mithilfe der Bemaßung an den zugehörigen Referenzebenen gesperrt werden. Damit ist sichergestellt, dass sie bei Änderungen der Geometrie gleich bleiben.

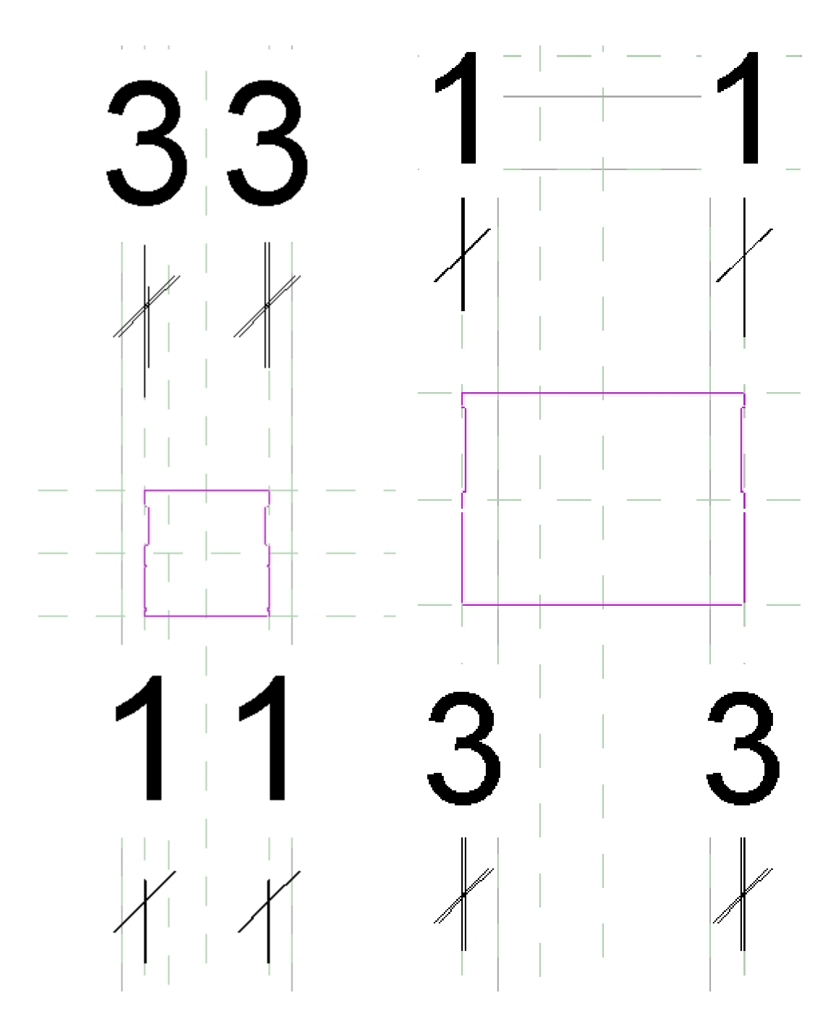


Abbildung 5.23: Bemaßen der Einkerbungen und sperren an den zugehörigen Referenzebenen.

Ist das geschehen, kann dem Kämpfer noch ein Parameter zugeteilt werden, der dessen Position bestimmt. Dafür wird eine Bemaßung zwischen den Referenzebenen „Fensterbank" und „Kämpfer mitte" erstellt. Dieser wird der Parameter „Kämpfer Position" zugeteilt, welcher unter den Abmessungen gruppiert wird. Anschließend kann im Dialogfeld „Familientypen" in der Spalte „Formel" eine mathematische Gleichung eingegeben werden. Beispielhaft wird hier „2/3*Höhe" eingestellt, da eine Position genau in der Mitte auch mit der „EQ"-Funktion erreicht werden kann. Abbildung 5.24 zeigt, dass sich alle Bauteile bei Änderungen der Geometrie parametrisch verhalten und die Formel für die Position des Kämpfers stets eingehalten wird.

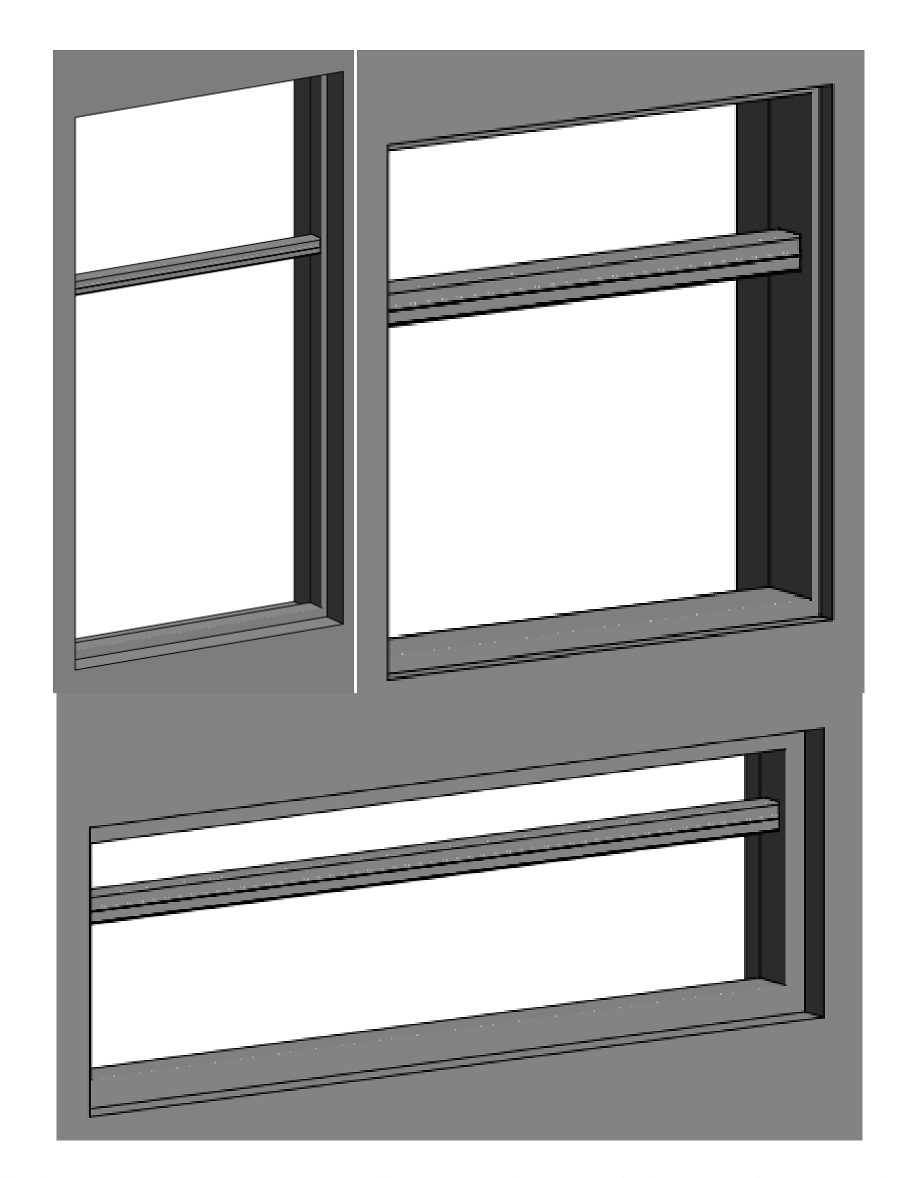


Abbildung 5.24: Die erstellten Elemente verhalten sich parametrisch. Dabei wird auch die Formel, die die Position des Kämpfers definiert, stets eingehalten.

Hinzufügen eines Materialparameters:

Das weitere Vorgehen zur Erstellung der Fenstergeometrie ist mit der beschriebenen Methodik vergleichbar. Deshalb soll hier nicht näher darauf eingegangen werden. In diesem Abschnitt werden Parameter eingeführt, die das Material einzelner Bauteile beeinflussen.

Das Hinzufügen von Materialparametern ermöglicht es dem Anwender im Projekt, einzelnen Bauteilen und unabhängig von anderen Bauteilen des gleichen Elements, unterschiedliche Materialien zuzuweisen.

Wie bereits oben beschrieben können im Dialogfeld „Familientypen“ neue Parameter hinzugefügt werden (siehe Abbildung 5.25). Der Parameter für das Material des Blendrahmens erhält den Namen „Rahmen“ und wird unter „Materialien und Oberflächen“ gruppiert. Unter der Spalte „Wert“ ist noch kein Material zugeteilt. Dem Bauteil kann im Projekt, unter den Typeneigenschaften der Familie, jedoch jedes vorhandene Material zugewiesen werden.

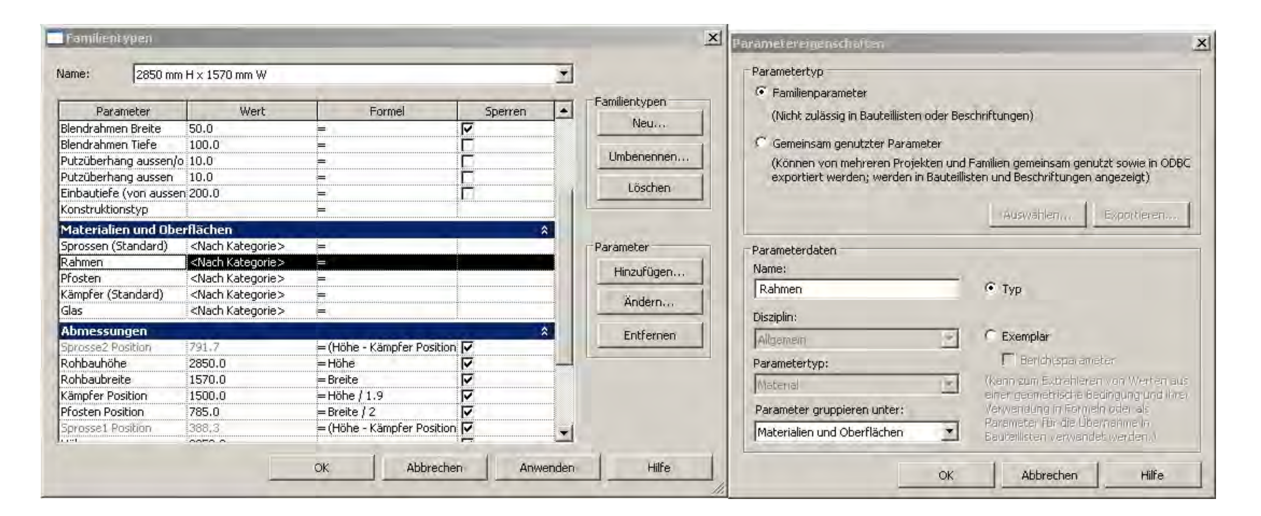


Abbildung 5.25: Parameter Rahmen gruppiert unter „Materialien und Oberflächen“ Als Wert ist „Nach Kategorie“ eingestellt.

Aus dieser Abbildung wird außerdem ersichtlich, dass der Rahmenparameter als „Typ“ klassifiziert ist. Wird der Wert eines Typenparameters geändert, so hat dies Einfluss auf alle bereits im Projekt verbauten Elemente des Fenstertyps. Die Parameter der Sprossen und des Kämpfers sind dagegen als Exemplarparameter definiert. Der Unterschied ist, dass sich bei Exemplarparametern, die Änderung lediglich auf das ausgewählte Exemplar ausübt. Die nachfolgende Abbildung dient zur Verdeutlichung dieses Unterschieds. Für Rahmen, Pfosten und Verglasung wurde das jeweilige Material in den Typeneigenschaften des Fensters eingestellt. Die Sprossen und Kämpfer besitzen hingegen unterschiedliche Materialien. Die Exemplareigenschaften können in der Eigenschaftenpalette manuell eingestellt werden.



Abbildung 5.26: Steuern der Materialien einzelner Elemente mithilfe von Parametern mit Exemplar- und Typeneigenschaften.

Es sei noch erwähnt, dass das Anlegen von Materialparametern zwar sehr nützlich ist, um Materialien einzelner Bauteile im Projekt zu steuern, aber es erfordert auch eine gewisse Zeit, diese anzulegen oder zu ändern. Stehen beispielsweise die Materialien einzelner Bauteile eines Bauprojekts bereits fest, existiert eine weitere Methode, die Anzeige der Elemente zu steuern.

Festlegen von Unterkategorien :

Durch das Anlegen von Unterkategorien für Volumengeometrie kann die Anzeige von Elementen gesteuert werden, wenn sie in ein Projekt geladen werden. Diese Methode wurde im vorliegenden Building Information Model hauptsächlich verwendet, da das Material für die meisten Bauteile des Bestandsgebäudes bekannt ist.

Nachdem die Geometrie des Fensters erstellt ist, können einzelne Elemente ausgewählt und die gewünschte Unterkategorie hinzugefügt werden. In der Vorlagendatei zur Erstellung eigener Fensterfamilien besteht bereits eine Anzahl vordefinierter Unterkategorien. Diese sind unter der Registerkarte Verwaltung in den „Objektstilen“ zu finden. In Abbildung 5.27 ist zu sehen, dass das Hinzufügen eigener Unterkategorien ebenfalls möglich ist. So könnte für jedes Bauteil eine andere Unterkategorie erzeugt werden, der ein bestimmtes Material zugewiesen werden kann. Da es sich bei den Fenstern von Gebäude IV aber immer um die gleichen Materialien handelt, wurde davon abgesehen. Für die Verglasung wurde die Unterkategorie „Glas“ und für alle anderen Bauteile die Unterkategorie „Rahmen/Pfosten“ gewählt. In der Spalte „Material“ kann außerdem noch das gewünschte Material eingestellt werden. Hierbei ist zu beachten, dass der Name des Materials im Projekt und im Familieneditor identisch sein muss. Andernfalls fehlt der Unterkategorie der Bezug zum Projekt. Dabei spielt das Aussehen des Materials keine Rolle. Im Familieneditor wird es so angezeigt wie im Dialogfeld „Materialien“ eingestellt wurde. Im Projekt wird es so angezeigt, wie in den dortigen Materialeigenschaften eingestellt.

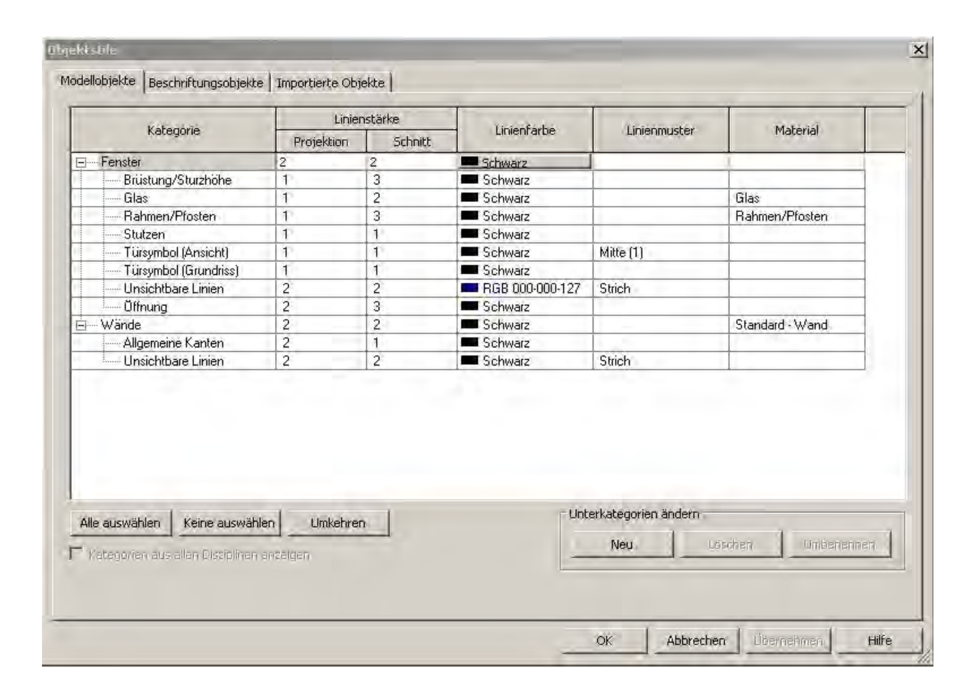


Abbildung 27: Dialogfeld Objektstile zur Steuerung der Anzeige von Objekten in einem Projekt.

Um einem Element eine Unterkategorie zuzuweisen, wählt man es aus und stellt in der Eigenschaftenpallette unter den „ID-Daten" die gewünschte Unterkategorie ein.

Sind die Einstellungen vorgenommen, kann die Familie in das Projekt geladen werden. Hier bietet Revit Architecture zuvor noch die Möglichkeit, einen Typenkatalog zu erstellen.

Erstellen eines Typenkatalogs:

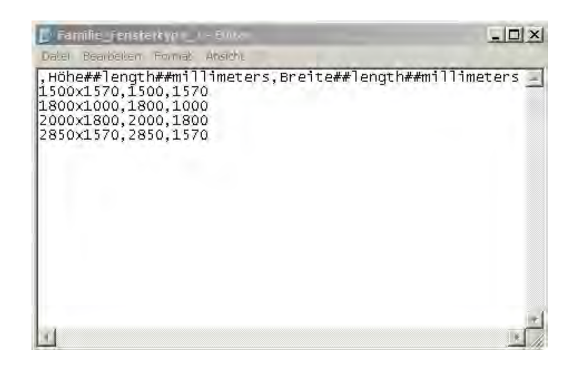
Die Parametrik der erstellten Elemente kann im Familieneditor am besten untersucht werden, indem mehrere Familientypen erzeugt und die einzelnen Parameter mit unterschiedlichen Werten belegt werden. Denn so können die parametrischen Eigenschaften einfach durch ändern des Typs untersucht werden.

Projekte können je nach Größe sehr viele Daten enthalten. Um die Größe der Projektdatei zu begrenzen, sollten keine unnötigen Daten in das Projekt geladen werden. Falls nicht alle Familientypen im Projekt benötigt werden, kann ein eigener Typenkatalog erstellt werden. Dabei handelt es sich um ein Dialogfeld, das beim Laden der betreffenden Familie in ein Projekt angezeigt wird[29]. Die einzelnen Typen der Familie sind dort in einem Typenkatalog aufgelistet.

Im ersten Schritt muss eine externe Datei, die die Parameter und Parameterwerte der verschiedenen Typen enthält, erstellt werden. Die externe Datei muss dabei denselben Speicherort haben wie die Familiendatei und der Name des Typenkatalogs muss dem der Familie entsprechen. Beim Laden der Familiendatei wird zunächst der Typenkatalog angezeigt, in dem der Nutzer die benötigten Typen auswählen kann. Der Typenkatalog kann z.B. im Texteditor von Windows erstellt werden. In der ersten Zeile werden dabei die

[29] http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=13376394
Autodesk Revit Architecture 2010 Familienhandbuch–Übungslektionen (Metrisch)

gewünschten Spalten des Typenkatalogs erstellt (vergleiche Abbildung 5.28, oben bzw. unten). In den folgenden Zeilen sind die entsprechenden Typen enthalten sowie deren Abmessungen. Daraus erstellt Revit den unten dargestellten Typenkatalog.



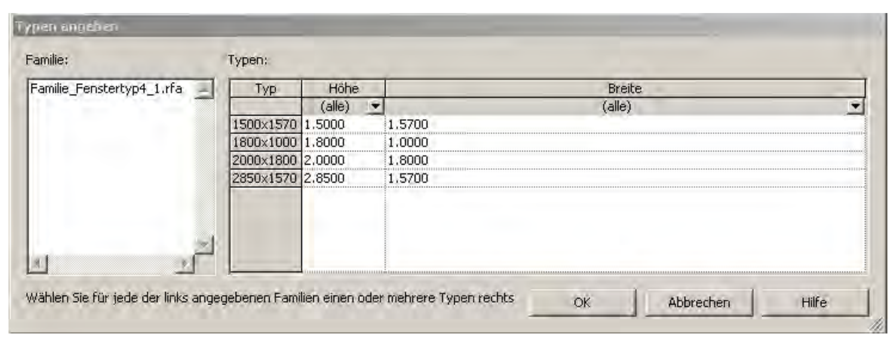


Abbildung 28: Erstellen des Typenkatalogs im Texteditor von Windows (oben). Anzeige des Typenkatalogs beim Laden der Fensterfamilie in ein Projekt (unten).

Eine Familie, die einen manuell erstellten Typenkatalog enthält, muss unter der Registerkarte Einfügen mit dem Werkzeug „Familie laden“ in das Projekt importiert werden, um den erzeugten Typenkatalog anzeigen zu können.

5.7.1.2 Verschachtelte Familien

In Revit Architecture 2012 können Familien eleganter Weise auch verschachtelt werden, bevor sie in ein Projekt geladen werden. Es ist häufiger der Fall, dass einzelne Elemente von Modellbauteilen identisch sind. Der Vorteil des Verschachtelns liegt darin, dass das gleiche Element, für mehrere Familientypen, nur einmal erstellt werden muss. Außerdem ist das Erstellen von komplizierteren Profilen in einer dafür vorgesehenen Vorlagendatei einfacher. Abbildung 5.29 zeigt beispielhaft eine erstellte parametrische Fensterbank, die theoretisch für jedes Fenster verwendet werden kann. Die Familie wird in die gewünschte Fensterfamilie geladen und kann dort geometrisch angepasst werden. Abbildung 5.30 stellt das Stahlgitter der Fenster im 1.Untergeschoss an der Luisenstraße dar. Die Konstruktion kann mithilfe der passenden Vorlagendatei einfacher erstellt und zudem gesondert abgespeichert werden. Damit bleibt die Familie als Element gesondert in der Revit Bibliothek gespeichert und kann unter den Profil-Dateien bei Bedarf abgerufen werden.

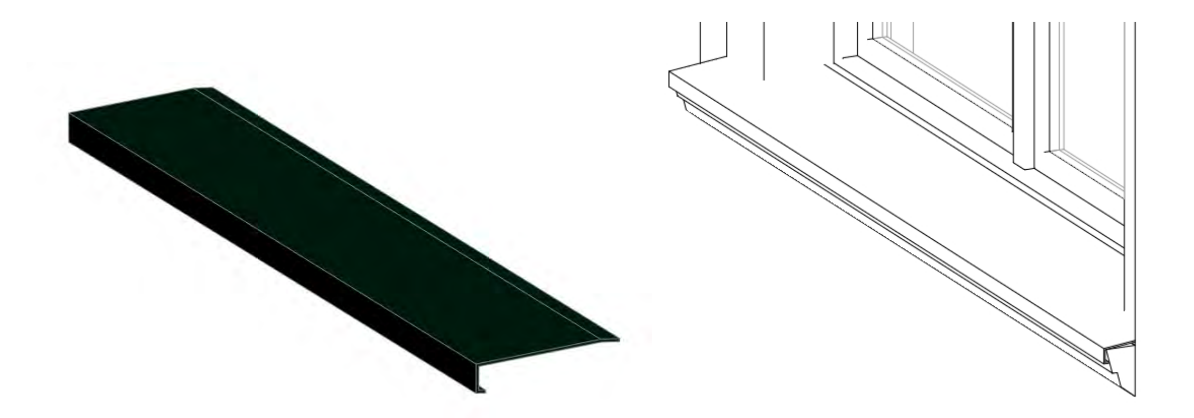


Abbildung 5.29: Fensterbank, erstellt in der Vorlagendatei „M_Profil“ (links) und verschachtelt in eine ladbare Fensterfamilie (rechts).

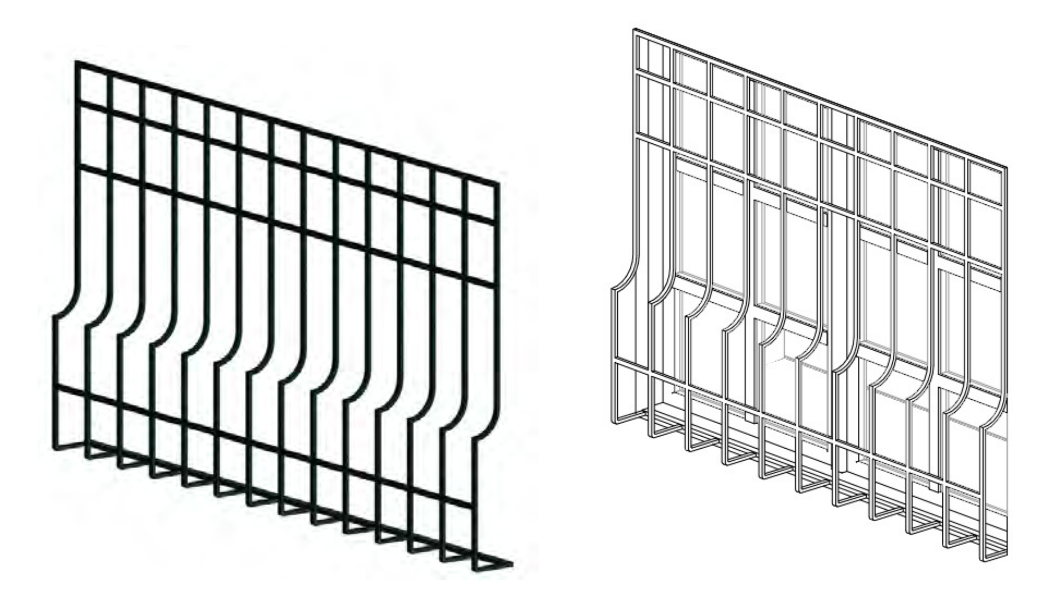


Abbildung 5.30: Stahlgitterkonstruktion der Fenster des 1. Untergeschosses an der Westfassade.

5.7.2 Ändern von vorhandenen Revit Familien

Die bestehenden ladbaren Familien der Revit-Bibliothek können vom Anwender ebenfalls individuell angepasst werden. Sie besitzen bereits vorhandene Parameter, die bei Bedarf auch gelöscht werden können. Sollten Parameter geändert oder hinzugefügt werden, empfiehlt es sich, einen neuen Speicherort oder gegebenenfalls einen neuen Namen zu verwenden. So bleibt die vorhandene Fensterfamilie der Revit-Bibliothek erhalten. Im Building Information Model des TU München Gebäudes wurden beispielsweise die Fenster des 3. Obergeschosses aus der bereits bestehenden Familie „Fenster 2-flg - mit Rollladenkasten“ modelliert. Dabei wurde der Blendrahmen etwas abgeändert und die Tiefe des Rollladenkastens verringert. Zuvor wurde jedoch die Parametrik der vordefinierten ladbaren Familie überprüft, mit dem Ergebnis, dass diese bei sinnvollen Eingaben problemlos funktioniert.

5.7.3 Sichtbarkeitseinstellungen ladbarer Familien

Bevor eine Familie in ein Projekt geladen wird, kann die Sichtbarkeit einzelner Elemente in Ansichten, Grundrissen und Schnitten des Projekts gesteuert werden. Das Stahlgitter der folgenden Abbildung 5.31 wird z.B. in 3D-Ansichten und den Ansichten „Vorne/hinten“ sowie „Links/rechts“ angezeigt, aber nicht in Grundrissen oder Deckenplänen.

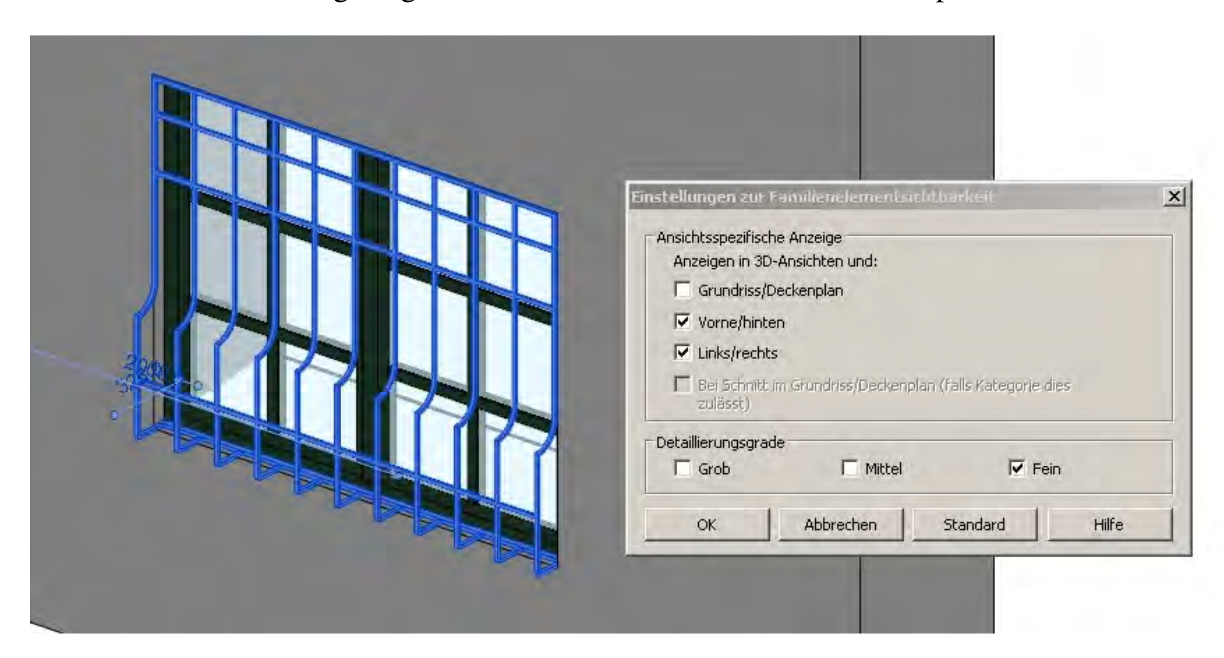


Abbildung 5.31: Einstellen der Sichtbarkeit und des Detaillierungsgrades einzelner Elemente.

Außerdem kann in dieser Anzeige definiert werden, bei welchem Detaillierungsgrad das gewählte Element in Projekten überhaupt sichtbar ist. Im obigen Beispiel ist das Stahlgitter ausnahmslos im Detaillierungsgrad „Fein“ zu sehen. Damit können z.B. Datenmengen bei einem geplanten Rendering reduziert werden.

5.8 Erstellen der Wandprofile

Am Gebäude IV der TU München verlaufen entlang der Außenwände Dekorprofile. Diese befinden sich direkt unter der Fensterreihe des 1. Obergeschosses.

Diese Art von Profilen ist nicht in der Bibliothek von Revit Architecture enthalten, sie können aber sehr einfach im Familieneditor erstellt werden. Im vorliegenden Building Information Model wurden die Profile in der Vorlagendatei „M_Profil“ gezeichnet und anschließend in das Projekt geladen. Das Werkzeug „Profilierte Wand“ befindet sich unter der Registerkarte Start. Dort ist es in der Multifunktionsleiste in dem Werkzeug „Wand“ enthalten. Revit extrudiert das Profil entlang eines Pfads, jedoch nur in horizontaler oder vertikaler Richtung. Sind mehrere Profile in dem Projekt enthalten, kann das gewünschte Profil in den Typeneigenschaften unter „Konstruktion“ ausgewählt werden. Um unterschiedliche Profile entlang eines Pfads zu erzeugen, muss in der Registerkarte ändern „Profilierte Wand neu beginnen“ ausgewählt werden. Anschließend kann ein neues Profil ausgewählt werden.

5.9 Modellieren des Dachaufbaus

Das Dach von Gebäude IV der TU München ist als Blechdach ausgeführt. Es besteht ebenso, wie das Wandprofil der Außenwand des 3. Obergeschosses an der Luisenstraße, aus Kupferblechen mit der Funktion vor Wind und Wetter zu schützen.

Dach über Grundfläche:

Für die Modellierung des Blechdachs wurde das Werkzeug „Dach über Grundfläche“ verwendet. Im ersten Schritt muss die Begrenzung des Daches definiert werden. Dabei gelangt der Anwender, wie bei der Erstellung der Geschossdecken, in den Skizziermodus. Mit der automatischen Linienerkennung können die Außenkanten der Außenwände des 3. Obergeschosses ausgewählt werden. Sind die Begrenzungslinien erstellt, besteht die Möglichkeit, die Neigung der einzelnen Kanten festzulegen. Im Fall der Modellierung des Kupferdachs von Gebäude IV wurde die Neigung jedoch bei null Grad belassen. Demgemäß wird nach beenden des Bearbeitungsmodus ein Flachdach in Revit Architecture erzeugt.

Bearbeiten der Dachform:

Bei Gebäude IV der TU München handelt es sich jedoch nicht um ein Flachdach, sondern eher um ein flaches Satteldach mit einer Dachneigung unter 30 Grad. Aus diesem Grund muss die Form des Dachs weiter bearbeitet werden.

Um die Dachform zu bearbeiten gibt es in Revit Architecture einerseits „Umgestaltungspunkte“ und andererseits „Trennungslinien“. Bei der Erstellung des Dachs ist eine gewisse Anzahl dieser Werkzeuge bereits vordefiniert. Die Umgestaltungspunkte befinden sich bereits an jeder Ecke der skizzierten Grundfläche, an der die vordefinierten Trennungslinien entlanglaufen. Es können aber auch weitere Punkte und Trennungslinien hinzugefügt werden, um das Dach zu bearbeiten. Mit Hilfe der Umgestaltungspunkte kann die Form des Dachs bestimmt werden. Wählt der Anwender einen Punkt aus, kann er anschließend die Höhe des Dachs für diesen Punkt festlegen. Eine Trennungslinie fügt eine Kante hinzu, die das Dach in Unterbereiche unterteilt, die unabhängig voneinander bearbeitet werden können.

Abbildung 5.32 zeigt die erstellte Dachform mit bereits festgelegten Punkten und Trennungslinien. Um das flache Satteldach des TU München Gebäudes zu erstellen musste die Höhe der Formgebungspunkte bearbeitet werden. Im ersten Schritt wurde die Höhe der einzelnen Punkte, die sich an der West-Fassade befinden, auf einen Meter festgesetzt, um einen sauberen Abschluss zwischen Wandprofil und Blechdach zu erreichen. Anschließend wurden die Punkte der mittleren Trennungslinie auf eine Höhe von 1,75 m gesetzt. Die Außenkante der Westwand ist 7,61 m von dieser entfernt. Damit errechnet sich eine Dachneigung von 9,86 Grad. An der Ostwand des Gebäudes schließen die Wände des 3. Obergeschosses direkt mit der Dacheindeckung ab. Die Neigung ist mit 18,21 Grad in etwa doppelt so groß.

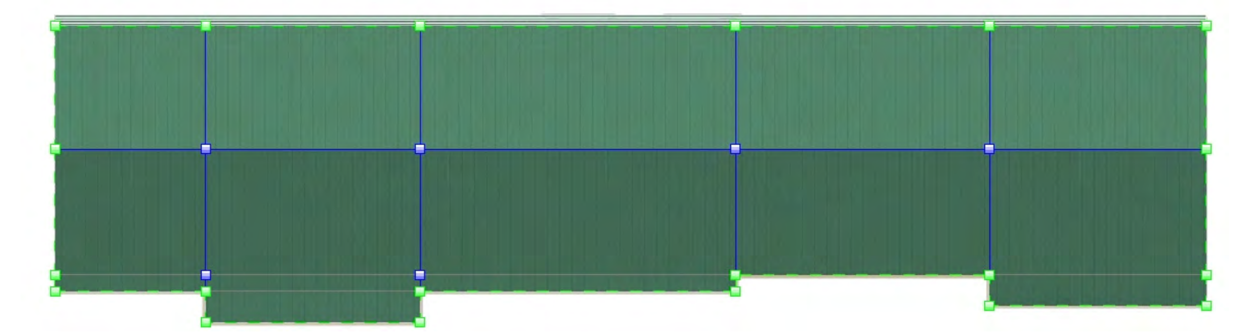


Abbildung 32: Erstellte Dachform. Mit den „Umgestaltungspunkten“ kann die Form des Daches verändert werden. Die „Trennungslinien“ ermöglichen es, das Dach in Unterbereiche zu untergliedern.

5.10 Erstellen von Treppenläufen

Das Gebäude IV der TU München besitzt insgesamt zwei Treppenhauskerne, die jeweils vom 1. Untergeschoss bis in das 3. Obergeschoss reichen. Außerdem befinden sich in dem Gebäude noch einige kürzere Treppenabschnitte, wie z.B. die Treppenläufe in den Eingangsbereichen. Sie dienen dem Ausgleich des Höhenunterschieds zwischen den Eingangsbereichen und dem Erdgeschoss.

Eine Treppe kann ausschließlich in Grundrissen und Deckenplänen skizziert werden. Die nachfolgende Abbildung stellt den Treppenlauf eines Eingangsbereichs an der Luisenstraße dar. Die Treppenbegrenzung passt sich dem Volumenkörper an, der sie umschließt. Sie soll als Beispiel verwendet werden, um das Modellieren von Treppen in Revit Architecture 2012 zu erklären. Bevor die Treppe gezeichnet wird, ist es sinnvoll, einige Voreinstellungen zu treffen. Dies kann in der Eigenschaftenpalette der Treppe vorgenommen werden. Aus den 2D CAD-Plänen geht hervor, dass die Treppe insgesamt 9 Steigungen besitzt. Eine Stufe hat dabei eine Auftrittshöhe von 30 cm. Aus dem Aufmaß wurde zusätzlich ersichtlich, dass sich die Oberkante des Podests im Eingangsbereich circa 1,30 m unterhalb der Trittstufenoberkante der Eingangstür befindet.

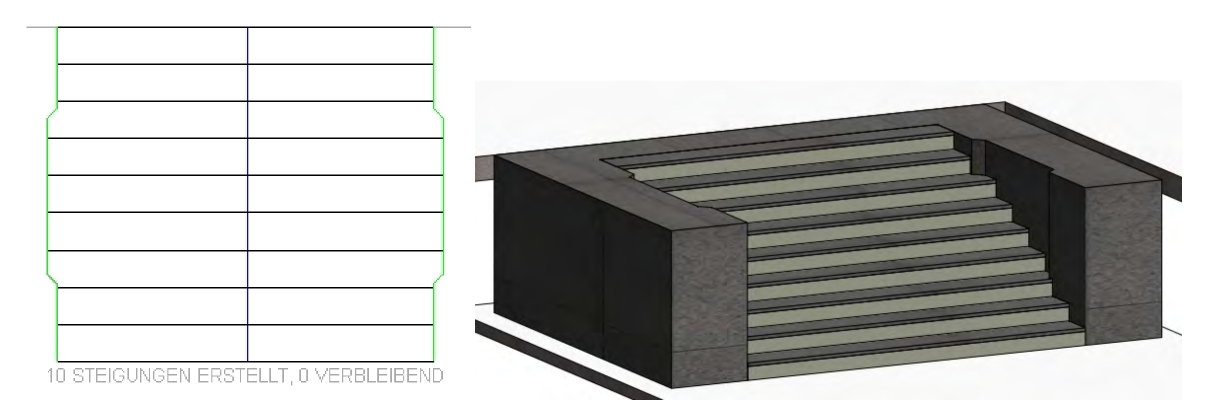


Abbildung 5.33: Zeichnen eines Treppenlaufs mit 9 Stufen und definierter Begrenzung (links). Erstellter Treppenlauf mit 9 Stufen (rechts).

Diese Informationen können in die Eigenschaftenpalette der Treppe übertragen werden. Als Basisebene kann folglich die Ebene Erdgeschoss, mit einem Versatz von 1,30 m, verwendet werden. Die oberste Ebene ist wieder die Ebene Erdgeschoss, die mithilfe der Treppe erschlossen werden soll. Unter dem Abschnitt Abmessungen kann außerdem die gewünschte Anzahl an Steigungen und die tatsächliche Auftrittshöhe angegeben werden. Aus diesen Daten errechnet sich die tatsächliche Stufenhöhe der Treppe. Unter den Typeneigenschaften der Treppe besteht die Möglichkeit weitere Einstellungen vorzunehmen, wie z.B. Materialien für den Auftritt und die Treppe festzulegen. Im Bereich „Konstruktion" muss das Häkchen bei Massivtreppe gesetzt sein, wenn eine solche erstellt werden soll.

Anhand dieser Informationen und der ungefähren Lage der Treppe in der bestehenden Grundrisszeichnung kann diese in Revit Architecture erstellt werden. Dabei wird zunächst der Treppenlauf, durch die Angabe von Anfangs- und Endpunkt skizziert und anschließend die Begrenzung entsprechend an den Volumenkörper angepasst.

Kapitel 6

Kritische Betrachtung der BIM Software Revit Architecture 2012

6.1 Dokumentation von Problemen und Einschränkungen

Bei der Erstellung des Building Information Model mithilfe von Revit Architecture 2012 sind einige Probleme und Einschränken aufgetreten, welche in diesem Kapitel näher erläutert werden.

Neuerer Grafikkartentreiber

In Revit Architecture 2012 sind aktuelle Grafikkartentreiber oft nicht zertifiziert. Dies kann zu Einschränkungen bei der Verwendung der Hardwarebeschleunigung führen. Revit weist darauf hin, dass die Hardwarebeschleunigung weiterhin verwendet werden kann. Sollten Probleme bei der Grafikanzeige auftreten, muss die Hardwarebeschleunigung deaktiviert werden. Dies wiederum setzt die Qualität der Grafikanzeige herab.

Die NVIDIA GeForce 8800 GTX Grafikarte, die zur Modellierung des Building Information Model verwendet wurde, besitzt einen nicht zertifizierten Treiber. Weiterhin wurde das Programm in einem Notebook geöffnet, um zu überprüfen, ob der dort installierte Treiber zertifiziert ist. In Abbildung 6.1 ist zu sehen, dass die installierte NVIDIA GeForce GT 335M Grafikarte von Autodesk nicht getestet wurde und es erscheint der Warnhinweis „Unbekannte Grafikkarte“. In beiden Fällen kann die Hardwarebeschleunigung ohne Probleme verwendet werden. Da installierte Hardware am besten mit den aktuellsten Treibern funktioniert, sollten Grafikartentreiber von Autodesk regelmäßig getestet werden, um diese zu zertifizieren.

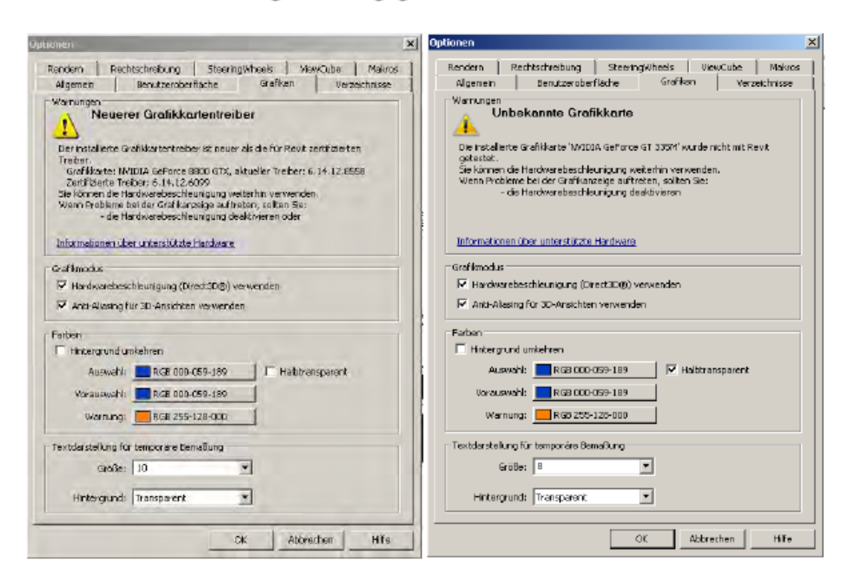


Abbildung 6.1: Grafikkarte NVIDIA GeForce 8800 GTX: Revit Architecture 2012 zeigt eine Warnung an, dass der installierte Treiber der Grafikkarte zu neu ist (links). Grafikkarte NVIDIA GeForce GT 335M: Die Grafikkarte wurde von Autodesk nicht getestet(rechts).

Auflösen von importierter Geometrie

Beim auflösen der importierten Bestandspläne gibt Revit einen Warnhinweis aus (siehe Abbildung 6.2) der besagt, dass einige der Linien leicht versetzt sind und dies zu Ungenauigkeiten führen kann. Bei den Ungenauigkeiten handelt es sich wahrscheinlich um Linien die nicht horizontal bzw. vertikal verlaufen oder gegenüberliegende Linien, die nicht parallel sind. Leider zeigt Revit diese Ungenauigkeiten weder explizit an, noch beseitigt das Programm diese automatisch. Der Warnhinweis weist aber zumindest auf diese Tatsache hin und informiert den Anwender darüber.

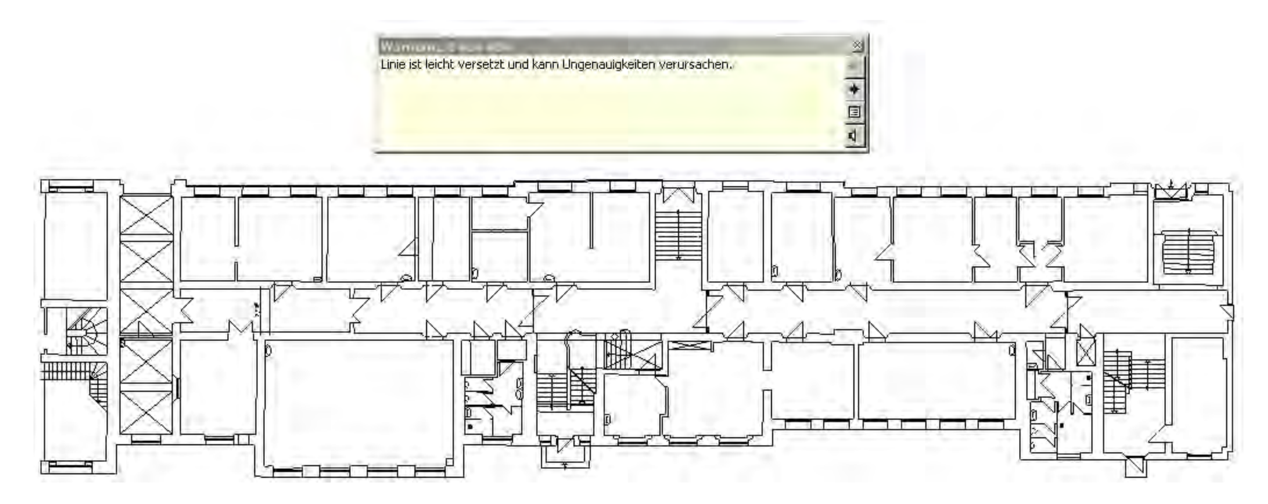


Abbildung 6.2: Beim Auflösen der importierten Geometrie erscheint die Warnung, dass Linien leicht versetzt sind und dies zu Ungenauigkeiten führen kann.

Profilierte Wände

Sweep-Profile, die den vertikalen Aufbau einer Wand betreffen:

In Revit Architecture kann der vertikale Aufbau einer Wand geändert werden. Unter den Einstellungen im Dialogfeld „Profilierte Wände“ besteht z.B. die Möglichkeit, ein Profil mithilfe eines Versatzes in den Wandquerschnitt zu legen. Ist dabei die Spalte „Schneidet Wand“ aktiviert, besteht die Möglichkeit Sweep-Profile die von einer Wand umschlossen werden, aus der Grundelementwand auszuschneiden. In Abbildung 6.3 ist zu sehen, dass die geschnittene Geometrie der Wand durch das Profil ersetzt werden kann, anschließend sind die Bearbeitungsmöglichkeiten jedoch sehr gering. So ist es z.B. nicht ohne weiteres möglich, das kleine Stück Wand an der Oberkante des Profils zu entfernen.

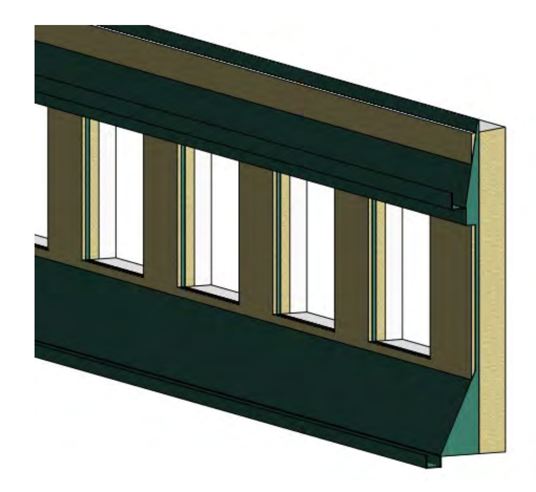


Abbildung 6.3: Profilierte Wand mit Profilversatz um 10, 0 cm in Richtung des Wandquerschnitts und aktiver „Schneidet Wand“ Spalte.

Profilierte Wände:

In Revit Architecture gibt es leider nicht die Möglichkeit den Pfad an dem das Profil extrudiert wird selber zu zeichnen. Es sind lediglich Pfade in horizontaler und vertikaler Richtung möglich (siehe Abbildung 6.4). Von daher mussten die Fenster, die sich zwischen dem 1. und 2. Obergeschoss, der beiden Treppenhäuser befinden leicht nach unten versetzt werden. In Wirklichkeit läuft das Dekorprofil an den Fensterbögen entlang.



Abbildung 6.4: Wandfugen können lediglich entlang eines Pfads in horizontaler oder vertikaler Richtung extrudiert werden.

Modellieren von alten Bestandswänden in Massivbauweise

Variante 1: Nachzeichnen der Wände

Wie bereits in Kapitel 5.5 beschrieben, wurden die Wände des Bestandsgebäudes in Revit Architecture anhand der bestehenden CAD-Zeichnungen, modelliert. Durch die große Anzahl unterschiedlicher Wandstärken, in Verbindung mit teilweise komplexen Wandverbindungen und einem mehrschichtigem Aufbau der Wände kommt es in Revit häufiger zu grafischen Darstellungsfehlern oder zu falschen Wandverbindungen. In Abbildung 6.5 ist ein Ausschnitt

einer Ecke von Gebäude IV im Grundriss dargestellt. Die horizontal verlaufende Wand hat eine Dicke von 72 cm. Die von unten kommende vertikale Wand ist dagegen nur 52 cm breit. Zunächst einmal sollte hier jedoch erwähnt werden, dass eine Wandverbindung dieser Art baukonstruktiv überhaupt keinen Sinn ergibt. An der Ecke existiert eine große Wärmebrücke. Nichtsdestotrotz wurden alte Bestandsbauten in Massivbauweise unter damaligen Verhältnissen konstruiert und nicht nach dem heutigen Stand der Technik. Von daher sollte die Existenz solcher Verbindungen nicht kategorisch ausgeschlossen werden.

Eine Vorgehensweise, die sich zum erstellen komplizierter Wandverbindungen bewährt hat, ist das Nachzeichnen der bestehenden Linien [1] mit einem Wandtyp gleicher Breite, der höchstens genauso breit ist wie die schmalste Stelle der Verbindung [2]. Anschließend werden die verschiedenen Dicken einzeln angepasst. Ausgangspunkt ist dabei die schmalste Stelle der Verbindung [3]. In diesem speziellen Fall treten aber auch bei dieser Methode Darstellungsfehler auf [4]. Dafür gibt es in Revit Architecture ein Werkzeug, das Wandverbindungen automatisch erstellt. Die Art der Verbindung kann dabei auf stumpf oder gegehrt eingestellt werden. Klickt der Anwender auf eine der Wände erscheint das Werkzeug „Wandverbindungen“ unter der Gruppe „Geometrie“ in der Multifunktionsleiste. Das Werkzeug stellt zwar unterschiedliche Wandverbindungen dar, aber wie in Abbildung 6.5 [5] zu sehen ist ohne zufriedenstellendes Ergebnis. Die letzte durchgeführte Maßnahme ist in Bild [6] dargestellt. Dabei kann per Rechtsklick auf den kleinen blauen Punkt, der zu sehen ist, wenn eine Wand ausgewählt ist, die Verbindung von sich schneidenden Wänden unterbunden werden. Anschließend verbindet man sich schneidende Wände manuell und lässt die Wandverbindungen wieder zu. Dabei braucht der Anwender zum einen eine Menge Geduld und zum anderen auch etwas Glück, um eine vernünftige Verbindung zu erstellen. Bild [7] zeigt, dass Revit in diesem Fall immer noch keine richtige Wandverbindung erstellt hat.

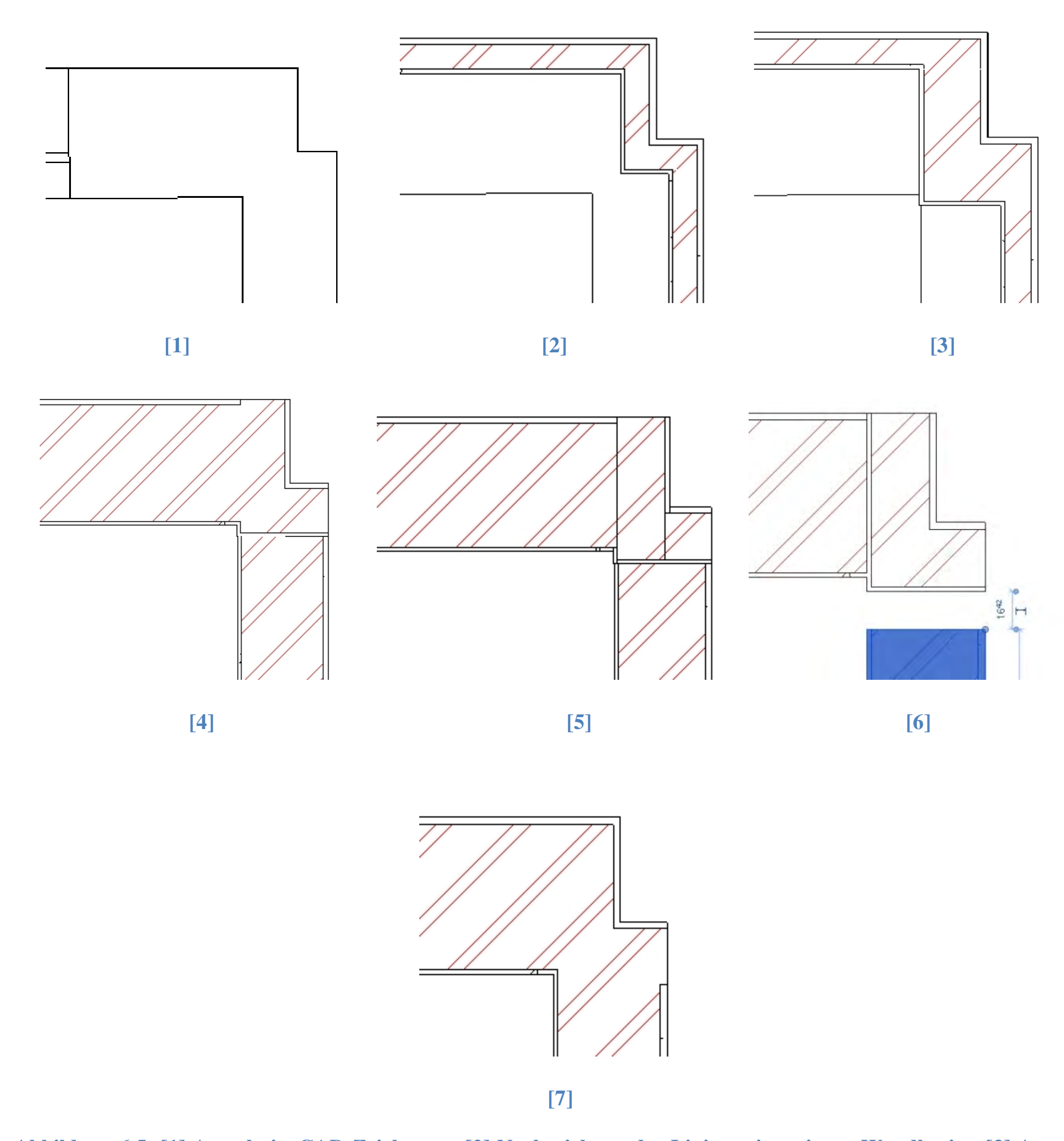


Abbildung 6.5: [1] Ausschnitt CAD-Zeichnung; [2] Nachzeichnen der Linien mit geringer Wandbreite; [3] Anpassen der Wandstärken an Gegebenheiten; [4] Ergebnis der Wandverbindungen; [5] Ergebnis der Wandverbindungen nach Verwendung des Werkzeuges „Wandverbindungen"; [6] Verbindungen nicht zulassen; [7] Manuelles Verbinden der sich schneidenden Wände und Verbindungen anschließend wieder zulassen.

Variante 2: Eigene Projektfamilie in der Kategorie Wand erstellen

In Variante 2 wurden die Wände mittels einer Projektfamilie in der Kategorie Wand erstellt. Dabei wurde anhand der importierten Geometrie für jede Ebene jeweils eine Wandextrusion erstellt. Beim Einbau von Basisbauteilen sind Probleme aufgetreten, die ein weiterarbeiten an dieser Variante nicht erstrebenswert erscheinen ließen.

Das erste aufgetretene Problem war, dass Revit durch den großen Projektkörper die „Orientierung" verloren hat. Im linken Bild der Abbildung 6.6 baut Revit das Fenster nacheinander, von oben nach unten, in die entsprechenden Wände der Projektfamilie, obwohl sich der Cursor auf der unteren Außenwand befindet. Das zweite Problem ist im rechten Bild

dargestellt. Das Fenster wird zwar eingebaut, kann aber nicht aus der Wand ausgeschnitten werden. Dies liegt höchstwahrscheinlich daran, dass in einzelnen Bereichen gegenüberliegende Kanten der Extrusion nicht zu hundert Prozent parallel sind. Man beachte hierbei den Warnhinweis aus Abbildung 6.2 der besagt, dass einige Linien beim Auflösen des Importsymbols leicht versetzt sind.

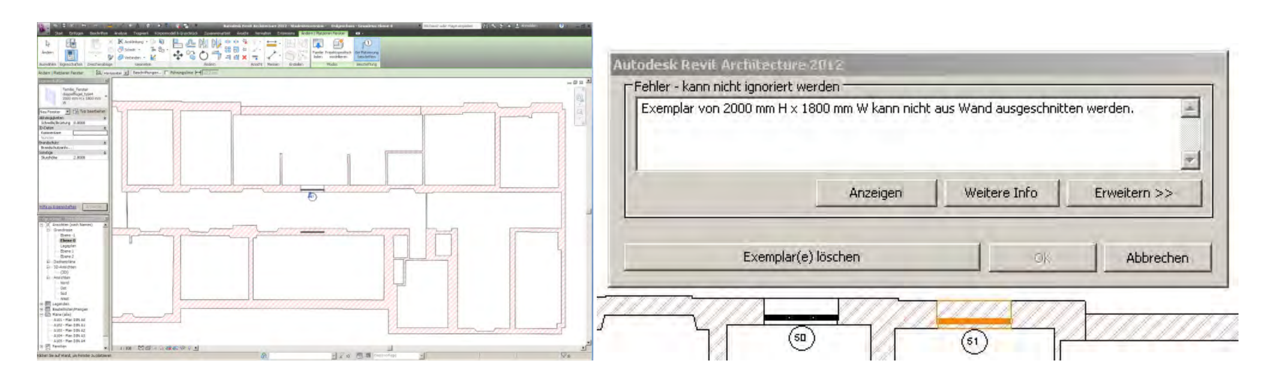


Abbildung 6.6: Durch den großen Projektkörper kann Revit nicht mehr beurteilen, wo das Fenster eingebaut werden soll. In diesem Fall wird es in den Flur platziert, obwohl der Cursor über der unteren Außenwand liegt (links). Revit baut das Fenster zwar in den Projektkörper, es kann jedoch nicht aus ihm heraus geschnitten werden (rechts).

Geschossdecken

Nachdem die Begrenzungslinien für eine Geschossdecke gezeichnet sind und der Anwender den Skizziermodus verlassen möchte, stellt Revit die in Abbildung 6.7 dargestellte Frage. Selbstverständlich sollen Wände, die bis zur Geschossdecke reichen, an der Unterkante fixiert werden.

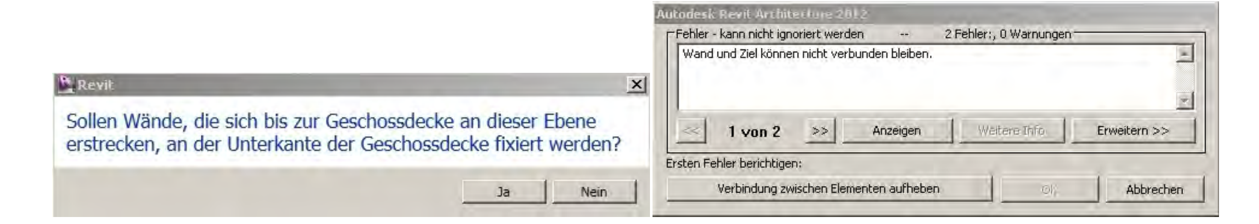


Abbildung 6.7: Revit möchte wissen ob Wände, die bis zur Unterkante der Geschossdecke reichen, an ihr fixiert werden sollen (links). Bestätigt man dies, erscheint die folgende Fehlermeldung (rechts)

Bei dem konkreten Fall von Gebäude IV sind, nach Bestätigung der Frage, jedoch Probleme aufgetreten. Revit weist lediglich darauf hin, dass einzelne Wände mit dem Ziel nicht verbunden bleiben können, gibt aber keinen expliziten Hinweis, was der Grund dafür ist. Das Ergebnis zeigt folgende Abbildung.

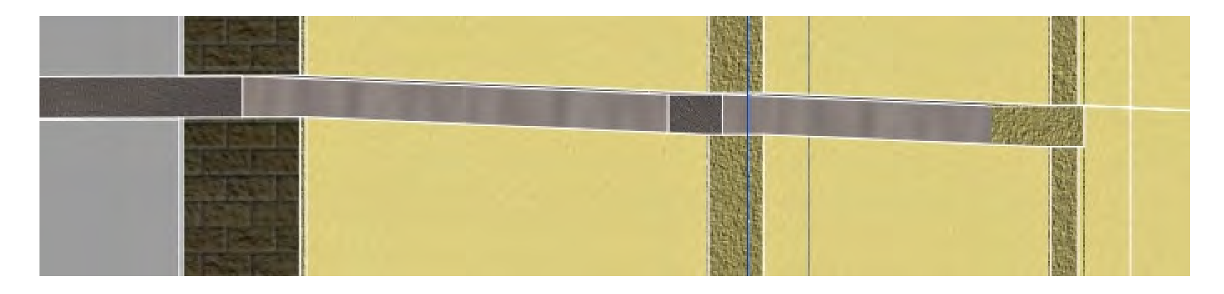


Abbildung 6.8: Einzelne Abschnitte der Außenwände sind nicht mehr mit den darüber liegenden Wänden verbunden, andere dagegen schon.

Wahrscheinlich wird die Verbindung der Außenwände mit den darüber liegenden Wänden aufgehoben, weil diese jetzt mit der Geschossdecke verbunden sind. Um das Problem zu umgehen, sollte der Befehl verneint werden. Anschließend kann eine Geschossdecke ausgewählt und manuell mit den darunter liegenden Wänden verbunden werden. Dabei empfiehlt es sich, die 3D-Ansicht und den entsprechenden Grundriss nebeneinander anzuordnen und in der Optionsleiste „Mehrfachverbindung“ auszuwählen. Die Geschossdecke wird in der 3D-Ansicht und die Wände werden im Grundriss ausgewählt.

Probleme beim Einbau der Außentüren

Die Wände des Kellergeschosses reichen über die Geländeoberkante hinaus. Aus diesem Grund befindet sich die Deckenplatte des 1. Untergeschosses nicht auf der gleichen Ebene wie die Umgebung, die das Gebäude umschließt. Daher mussten die Türen der Eingangsbereiche, mit einem Versatz nach unten, zwischen zwei Ebenen platziert werden, um sauber mit der Geländeoberkante abzuschließen. Die beiden Außentüren der West-Fassade wurden mit einem negativen Versatz von 1,60 m in die Wände der Erdgeschossebene verbaut. Die beiden Eingangstüren der Ostfassade haben dagegen einen negativen Versatz von einem Meter. Der Grund dafür ist, dass vor diesen Türen ein Treppenpodest mit je zwei Trittstufen existiert, deren Tritthöhe circa 30 cm beträgt.

<u>Problem 1: Einbau eines Modellbauteils zwischen zwei Basisbauteile</u>

Das Problem das beim Einbau aufgetreten ist, veranschaulicht Abbildung 6.9. Der Einbau in die Wand des Erdgeschosses funktioniert problemlos. Revit erkennt die Türgeometrie und schneidet die geschnittene Wandgeometrie des Erdgeschosses aus. Die darunterliegende Kellerwand hingegen bleibt von dem Einbau unberührt.



Abbildung 6.9: Außentür-Typ 1, platziert in einer Erdgeschosswand mit negativem Versatz von 1,60 m. Im linken Bild wird nur die geschnittene Erdgeschosswand ausgeschnitten. Im rechten Bild werden Erdgeschoss- und Kellerwand ausgeschnitten.

Das Problem wird gelöst, indem die bereits bestehende Tür wieder entfernt wird, die betroffenen Wände miteinander verbunden werden und die Tür im Nachhinein erneut eingebaut wird. In diesem Fall verhalten sich die beiden Basisbauteile wie ein einziges Element und Revit schneidet die Geometrie wie gewünscht aus. Anschließend kann die Verbindung der Wände wieder aufgehoben werden, ohne etwas an dieser Tatsache zu ändern.

In Revit Architecture können Modellbauteile nur in die entsprechenden Basisbauteile eingebaut werden. Im oben beschriebenen Fall registriert die Software zwar den Einbau des Modellbauteils in die Ebene, die zum Einbau verwendet wurde. Der negative Versatz in die darunterliegende Ebene enthält jedoch nicht die benötigte Information, die dem Programm zu verstehen gibt, dass jetzt zwei Basisbauteile von einem Modellbauteil geschnitten werden. Erst nachdem die beiden Außenwände miteinander verbunden werden und diese Verbindung anschließend wieder aufgehoben wird, ist diese Information in Revit enthalten.

Problem 2: Nichtausgeschnittene Wandprofile

Das zweite Problem das beim Einbau der Außentüren aufgetreten ist, hat mit den Wandprofilen zu tun, die an der Ost- und Westfassade von Gebäude IV angebracht sind. Diese werden beim platzieren der Eingangstüren nicht mit ausgeschnitten, obwohl sie ein Teil des vertikalen Aufbaus der Wand darstellen (siehe Abbildung 6.10, linkes Bild).



Abbildung 6.10: Außentür Typ 3, platziert in eine Erdgeschosswand mit negativem Versatz von 1,0 m. Im Bereich der Kellerwand ist zusätzlich ein Wandprofil angebracht. Im linken Bild wird dieses beim Einbau der Tür nicht ausgeschnitten. Im rechten Bild wird es wie gewünscht ausgeschnitten.

Um dieses Problem zu lösen, müssen die erstellten Türfamilien im Familieneditor bearbeitet werden. Die Basiswände dieser Familien enthalten keine Wandprofile. Von daher könnte man einerseits den vertikalen Aufbau der Basiswand entsprechend anpassen. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, die Öffnung der Basiswand zu erweitern. Dabei muss der erstellte Abzugskörper, der die Wandöffnung erzeugt, über die äußere Wandfläche hinausragen und zwar mindestens so weit, wie die entsprechende Dicke des zugehörigen Wandprofils. Da mit der ersten Methode die Öffnung genauso angepasst werden müsste, empfiehlt sich aus Zeitgründen die Letztere. Im rechten Bild der oberen Abbildung ist zu sehen, dass das Wandprofil mit diesem Vorgehen sauber aus der Türöffnung ausgeschnitten wird.

Das Programm schneidet beim Einbau einer Türfamilie in eine Wand also lediglich die Öffnung heraus, die sich in der Basiswand der Türfamilie befindet und passt die Öffnung bei angebrachten Wandprofilen nicht automatisch an.

Fehlerhafte Darstellung der Dacheindeckung im Grundriss

In Kapitel 5.9 wurde das Vorgehen zur Modellierung des Dachaufbaus beschrieben. In dieser Hinsicht sei hier noch erwähnt, dass Revit Architecture den Dachaufbau im Grundriss des Dachgeschosses grafisch nicht richtig darstellt (siehe Abbildung 6.11). Sobald die Form des Dachs mithilfe der Umgestaltungspunkte geändert wird, zeigt das Programm einen Warnhinweis an, der besagt, dass „die Dicke des Dachs möglicherweise ungenau ist, da seine Form sehr stark geändert wurde“. Die Form wurde jedoch nur gering verändert. Es stellte sich heraus, dass die grafische Darstellung fehlerhaft wird, sobald die Umgestaltungspunkte, die sich auf der mittleren Trennungslinie befinden, in ihrer Höhe versetzt werden. Ein Problem zur Lösung des Problems konnte nicht gefunden werden.

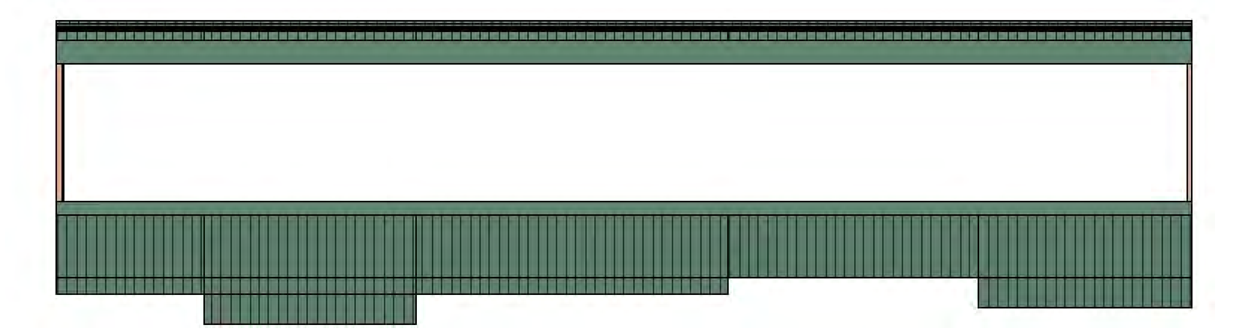


Abbildung 6.11: Darstellung des Dachaufbaus in der Grundrissansicht.

6.2 Zusätzliche positive Eigenschaften der Software

Warnhinweise und Fehlermeldungen

In Revit gibt es einerseits Meldungen, die ignoriert werden können und andererseits solche, die behoben werden müssen um mit dem Projekt fortfahren zu können. Es ist zwar häufiger der Fall, dass diese Meldungen wenig Aussagekraft besitzen, teilweise dienen sie aber auch als Hinweis, der dem Anwender bei der Lösung eines möglichen Problems hilft oder generell wichtige Erkenntnisse bringt. Dies soll anhand von zwei konkreten Beispielen erläutert werden.

Beispiel 1: Erstellung der Wände als Projektfamilie

Bei der Erstellung der Wände als Projektfamilie wurden die Grundrisspläne mithilfe der automatischen Linienerkennung nachgezeichnet. Möchte man den Skizziermodus nach Abschluss verlassen erscheint die in Abbildung 6.12 dargestellte Fehlermeldung. Aus dieser Meldung wird ersichtlich, dass die ursprünglichen CAD-Dateien zahlreiche Dateninkonsistenzen aufweisen. In diesem Fall handelt es sich um Zeichenungenauigkeiten, die bei der Erstellung der 2D-Pläne übersehen wurden. Revit erkennt diese Over- und Undershots einzelner Linien und der Anwender muss diese beheben um fortfahren zu können.

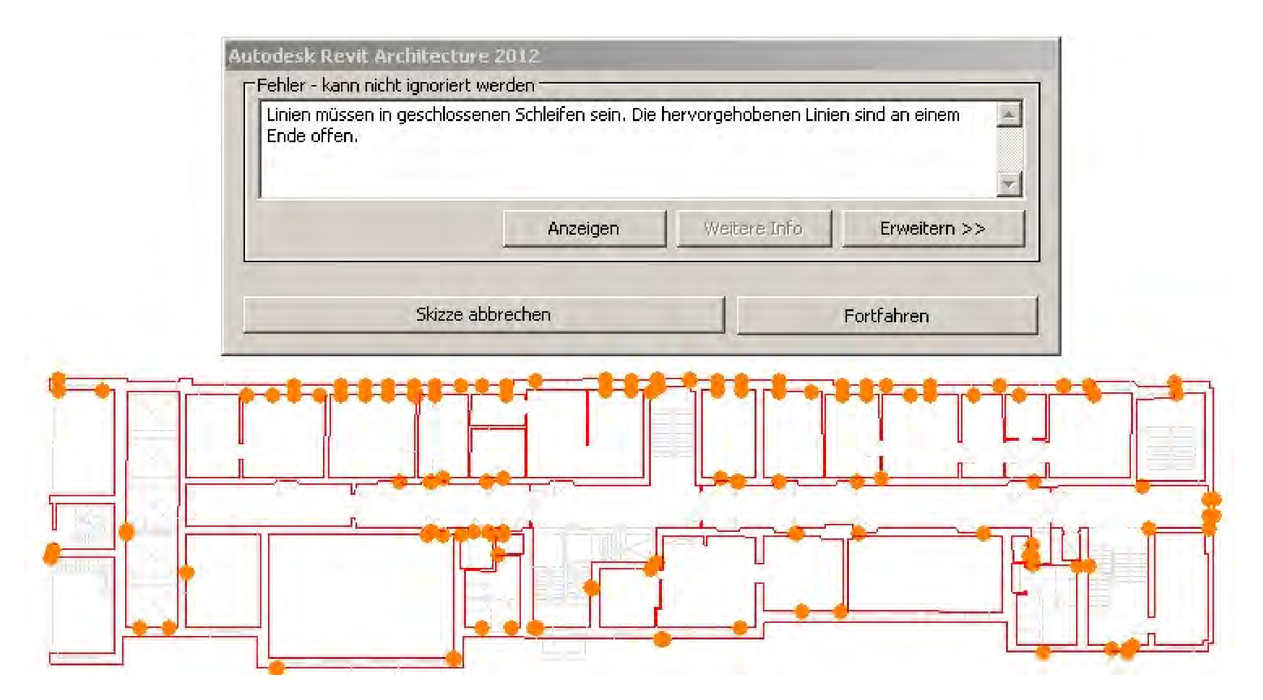


Abbildung 6.12: Meldung, die besagt, dass die Linien einer Extrusion geschlossene Schleifen ergeben müssen.

Beispiel 2: Erstellen verschiedener Familientypen

Werden im Familieneditor mehrere Familientypen erstellt, können diese dazu genutzt werden, die parametrischen Eigenschaften der Familie zu überprüfen. Dabei kann es sein, dass einzelne Elemente der Familie die gewünschte Parametrik widererwarten nicht erfüllen. Ist das der Fall deutet Revit dies mit mehreren hintereinandergeschalteten Fehlermeldungen an. Diese besagen, dass gewisse Abhängigkeiten nicht eingehalten werden können und die Volumengeometrie teilweise nicht erstellt werden kann. Der Anwender kann sich diese Fehlermeldungen zunutze machen, indem er sie bestätigt. Dabei wird dem Anwender ersichtlich, welche Elemente davon betroffen sind.

In Abbildung 6.13 ist beispielhaft eine der Fensterfamilien des modellierten Gebäudes abgebildet. Nachdem die Fehlermeldungen, die bei der Änderung des Fenstertyps aufgetreten sind, vom Anwender akzeptiert werden, wird der Fenstertyp ohne die Elemente mit fehlender Parametrik, angezeigt. In Abbildung 6.13 (rechts) ist zu sehen, dass die rechte untere Sprosse nicht erstellt werden konnte.

Außerdem ist zu sehen welche Verbindungen bereinigt werden mussten, um den Fenstertyp zu erstellen. Dies sind die beiden Pfosten, sowie die oberen Fensterrahmen und die zugehörige Verglasung. Anschließend sollten die Abhängigkeiten der gezeichneten Referenzebenen überprüft und gegebenenfalls geändert werden. Außerdem sollte beim Erstellen der Volumengeometrie darauf geachtet werden, die einzelnen Linien an den richtigen Referenzebenen auszurichten und zu sperren.



Abbildung 6.13: Durch Variation des Familientyps im Familieneditor kann festgestellt werden, welche Elemente sich parametrisch verhalten und welche nicht.

Kapitel 7

Möglichkeiten, die ein Building Information Model in Autodesk Revit Architecture 2012 bietet

7.1 Datenaustausch

Die meisten Unternehmen der Baubranche sind heutzutage auf das Arbeiten mit CAD-Programmen angewiesen. Auf dem sich bietenden Absatzmarkt konkurrieren zahlreiche Hersteller, die sich auf die Entwicklung solcher Programme spezialisiert haben. Zu den bekanntesten unter Ihnen zählen Tekla, Nemetschek, Graphisoft und Autodesk, die alle bereits seit vielen Jahren auch die Entwicklung von BIM Software vorantreiben. Da sie alle in Konkurrenz zueinander stehen, bieten sie ihre Programme jeweils in einem eigenen Dateiformat an.

Bei großen Bauprojekten, an denen viele Unternehmen beteiligt sind, ist es jedoch unwahrscheinlich, dass alle Beteiligten mit der gleichen Software arbeiten. Daher bemühen sich die verschiedenen Hersteller von BIM Software darum, ihre Produkte mit intelligenten Austauschformaten kompatibel zu machen.

7.1.1 IFC Export

IFC – Industry Foundation Classes

Eines der bekanntesten Austauschformate im Bauwesen stellen die Industry Foundation Classes (IFC) dar. Dabei handelt es sich um ein objektorientiertes Datenformat für den Austausch von Gebäudedatenmodellen im Bauwesen. Das bedeutet, dass die IFC alle Elemente und Eigenschaften eines Gebäudes als Objekt beschreiben. Programme, die diesen Standard verwenden, sollten die Objekte daher ebenfalls objektorientiert betrachten und verarbeiten[30].

In Revit Architecture kann eine Revit-Datei als IFC-Datei abgespeichert werden, um ein vorliegendes Gebäudemodell in andere Programme zu laden, die diesen Standard ebenfalls unterstützen. Außerdem kann der Inhalt einer IFC-Datei in Revit Architecture geöffnet werden. Für das vorliegende Gebäudemodell liegt eine IFC-Datei vor. Diese wurde zunächst in ArchiCAD und anschließend in Revit Architecture geöffnet, um die Qualität des Datenaustauschs anhand der dargestellten Objekte zu untersuchen.

Datenaustausch über die IFC und Beurteilung der Qualität

<u>Import in ArchiCAD:</u>

Da das Ziel dieses Standards der Austausch von Gebäudedaten zwischen verschiedenen objektorientierten Programmen ist, wurde im ersten Schritt ein Import der IFC-Datei in die BIM Software ArchiCAD der Firma Graphisoft vorgenommen. Das gewünschte Ergebnis, dass das TU München Gebäude auch in diesem Programm als Gebäudemodell vorliegt, scheiterte. Durch Inkonsistenzen beim Lesen der IFC-Datei konnte das Building Information Model nicht in die Software geladen werden. Der in der nachstehenden Abbildung dargestellte Fehler konnte nicht behoben werden.

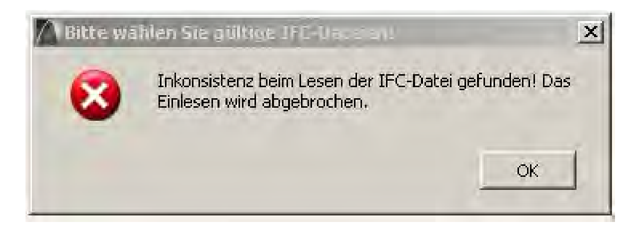


Abbildung 7.1: Durch Inkonsistenzen beim Lesen der IFC-Datei konnte das Gebäudemodell in ArchiCAD nicht geöffnet werden.

[30]http://www.uni-koblenz-landau.de/koblenz/fb4/institute/uebergreifend/er/stormodelling/modellinglanguages/ifc

Import in Revit Architecture:

In Revit Architecture konnte die IFC-Datei dagegen problemlos geöffnet und anschließend qualitativ beurteilt werden. Das wohl auffälligste Merkmal ist, dass sämtliche Elemente nur mehr in Schwarz-Weiß dargestellt werden. Beim öffnen des Dialogfeldes für Materialien wird der Grund dafür ersichtlich. Alle Materialien deren Eigenschaften vom Anwender definiert wurden, werden in grau abgebildet. Die verschiedenen geometrischen Objekte konnten bei der Erstellung der IFC-Datei erfolgreich übernommen werden. Die 3D-Ansicht des Gebäudes in Abbildung 7.2 zeigt jedoch, dass einzelne Elemente teilweise nicht korrekt abgebildet werden. Ein Beispiel dafür ist die Fensterreihe des 1. Obergeschosses. Ein Teil der Fensterreihe ist sichtbar, während der andere Teil in den Wänden verborgen bleibt, obwohl es sich hierbei um den gleichen Fenstertyp handelt. Auch die Eingangstür im Erdgeschoss wird nur teilweise aus der Wand ausgeschnitten. Der untere Teil ist sichtbar, während der obere Teil von der Außenwand verdeckt wird.

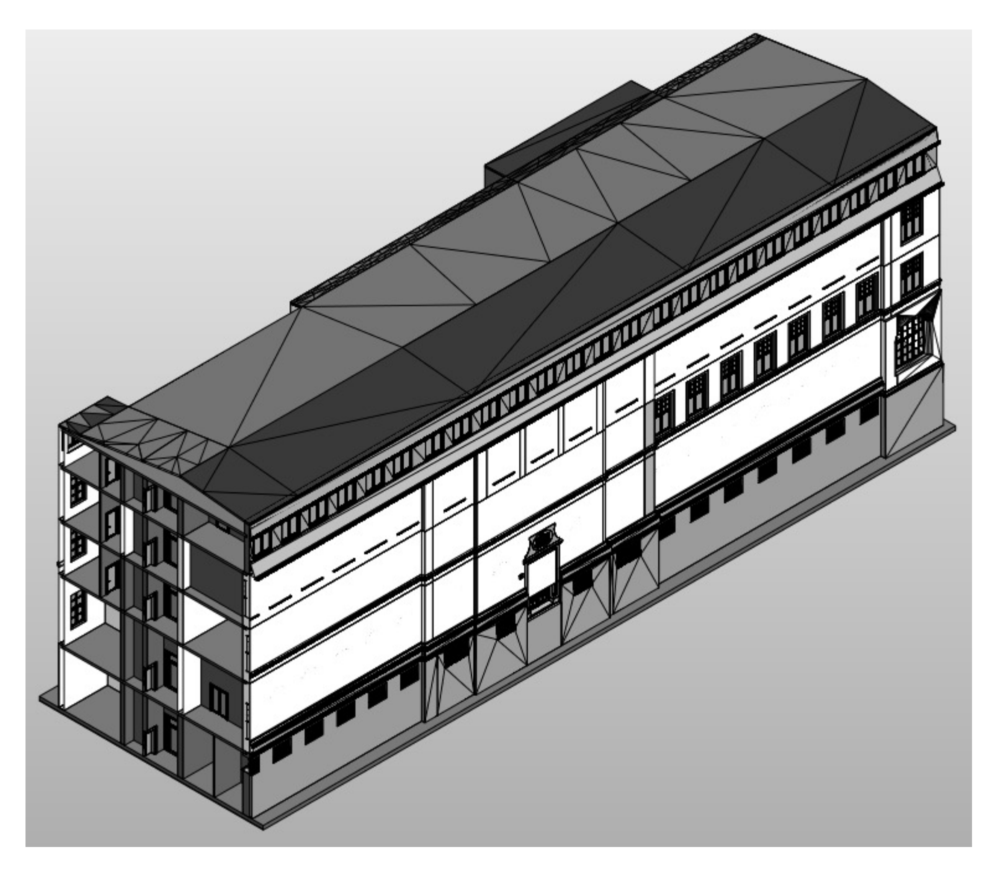


Abbildung 7.2: 3D-Ansicht einer IFC-Datei des Gebäudemodells in Revit Architecture. Dabei wurde die Nordwand aufgeschnitten, um zu zeigen das einige Fenster nicht aus der Wand ausgeschnitten werden.

Bei genauerer Betrachtung einzelner Objekte fällt weiterhin auf, dass bei einigen die vorhandenen Eigenschaften verloren gegangen sind. Es gibt Wände deren Eigenschaften nach wie vor erkannt werden. Der Schichtaufbau entspricht dabei demjenigen, der in Revit Architecture definiert wurde und kann in der IFC-Datei sogar bearbeitet werden. Die meisten Wände werden zwar als Wände deklariert, besitzen aber weder ihre ursprünglichen Materialeigenschaften noch können diese bearbeitet werden. Die Eigenschaften und Parameter der Elemente, die im Familieneditor erstellt wurden, sind komplett verloren

gegangen. Es ist wahrscheinlich so, dass individuell definierte Eigenschaften und Parameter, bevor sie für den IFC-Export geeignet sind, in Revit Architecture gekennzeichnet werden müssen.

Schließlich sei hier noch erwähnt, dass die einzelnen Objekte in Bezug auf Form und Größe korrekt dargestellt werden. Auch die Position der einzelnen Elemente stimmt mit der Position der ursprünglichen Revit-Datei überein.

Durch den Export des Gebäudemodells in eine IFC-Datei ist ein Großteil der Eigenschaften einzelner Elemente verloren gegangen. Als Folge wird das Gebäude aus grafischer Sicht fehlerhaft abgebildet, wenn es in Revit Architecture importiert wird.

7.1.2 FBX Export

FBX – Datenaustauschformat der Firma Autodesk

Die FBX-Datei ist eine von Autodesk entwickelte objektorientierte Dateiform, die den Datenaustausch einiger interner Autodesk Produkte unterstützt. Dabei ist es laut Autodesk möglich, eine Datei ohne Datenverluste in andere FBX-kompatible Programme der Firma Autodesk zu übertragen[31].

In Revit Architecture kann eine Revit-Datei in eine FBX-Datei umgewandelt und anschließend z.B. in Autodesk 3ds Max Design geöffnet werden, um Renderings und Filme mithilfe von Autodesk 3ds Max Design zu erstellen.

Datenaustausch mithilfe des FBX-Formats und Beurteilung der Qualität

Für das Gebäudemodell wurde außerdem eine FBX-Datei erstellt und die Qualität eines internen Datenaustauschs untersucht. Dabei wurde die FBX-Datei in die Software Autodesk 3ds Max Design importiert. Der Vorgang stellte keinerlei Probleme dar. Abbildung 7.3 zeigt eine 3D-Ansicht des importierten Gebäudemodells.

Dabei werden die verschiedenen Elemente hinsichtlich ihrer Form und Größe sowie ihrer äußeren Erscheinung grafisch richtig und qualitativ hochwertig abgebildet. Die Position der einzelnen Objekte stimmt mit der Position der ursprünglichen Revit-Datei überein. Auch die selbsterstellten Familien werden in der FBX-Datei richtig dargestellt.

[31] http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=6837478&siteID=123112



Abbildung 7.3: Die erstellte FBX-Datei des Gebäudemodells dargestellt in dem Programm Autodesk 3ds Max Design.

7.2 Visualisierung

Ein Building Information Model kann auch für Präsentationen verwendet werden, um den Beteiligten eine bessere Vorstellung über das optische Erscheinungsbild des Gebäudemodells zu vermitteln. Dies eignet sich besonders in der Planungsphase eines Bauwerks, in der das geplante Bauwerk ausschließlich als Modell vorliegt.

Rendering

In Revit Architecture ist es möglich ein Gebäude auch ohne Rendering darzustellen. Dabei kann in den „Steuerelementen für 3D-Ansichten“ der Schattenwurf sowie eine zuvor eingestellte Sonnenbahn eingeschaltet werden. Hierbei hat der Anwender für die Sonneneinstellungen verschiedene Möglichkeiten, welche in den Steuerelementen unter „Sonnenbahn ein/aus“ eingestellt werden. In Abbildung 7.4 ist Gebäude IV in einer 3D-Ansicht mit feinem Detaillierungsgrad abgebildet. Außerdem wurde die Funktion des Schattenwurfs und der Sonnenbahn jeweils eingeschaltet.

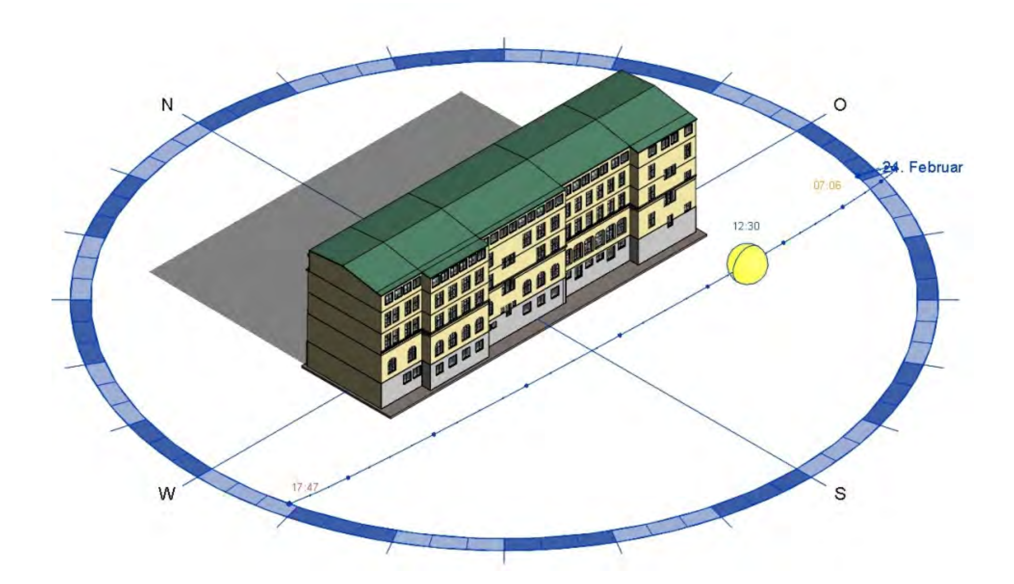


Abbildung 7.4: Darstellung des Gebäudemodells in der 3D-Ansicht, inklusive Schattenwurf und Sonnenbahn am 24.02.2012 um 12:30 Uhr.

Bei den Sonneneinstellungen wurde der Standort des Gebäudes mithilfe des Internet-Verknüpfungs-Service bestimmt, der in Revit Architecture enthalten ist. Dabei wurde der Standort an der Luisenstraße anhand einer Google-Landkarte festgelegt. Anschließend wurde das Datum und die Uhrzeit der Sonnenstudie festgelegt. Im obigen Beispiel ist der 24. Februar 2012, mit einem Standbild um 12:30 Uhr eingestellt. Wie präzise Revit Architecture die Sonnenbahn anhand dieser Informationen berechnet konnte nicht überprüft werden. Jedoch wurde eine zweite Sonnenstudie mit den obigen Einstellungen angelegt, die auf den 1. August 2012 datiert wurde (siehe Abbildung 7.5). Durch den höheren Sonnenstand im Sommer fällt der Schatten viel geringer aus und das Gebäude erscheint insgesamt heller. Die Sonneneinstellungen können auch beim erstellen eines Rendering verwendet werden.

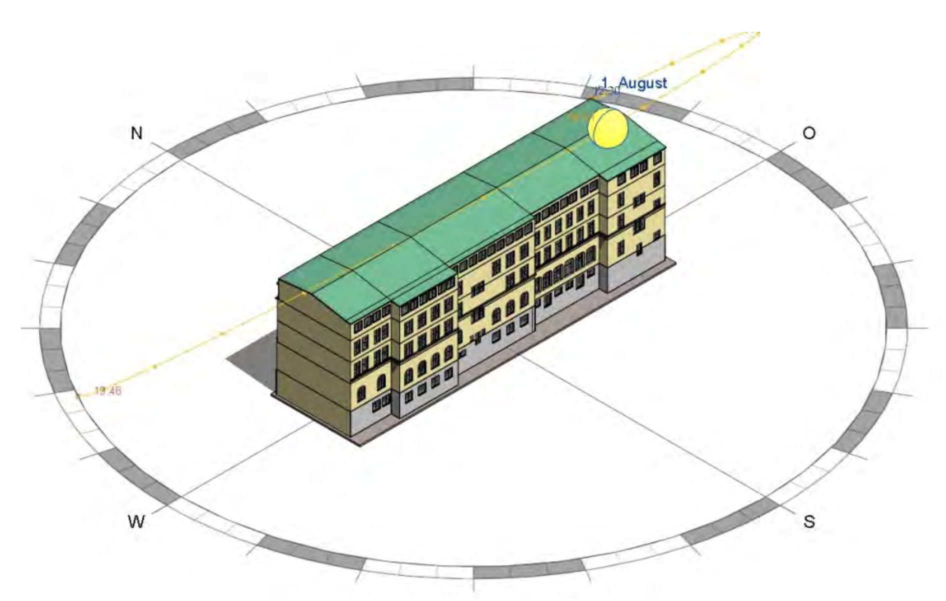


Abbildung 7.5: Darstellung des Gebäudemodells in der 3D-Ansicht, inklusive Schattenwurf und Sonnenbahn am 01.08.2012 um 12:30 Uhr.

Das Ziel einer gerenderten 3D-Ansicht ist ein möglichst fotorealistisches Bild des Gebäudemodells zu erzeugen. Dafür müssen in Revit Architecture zunächst einige Einstellungen vorgenommen werden. Zuallererst wird eine Kamera aufgestellt, die die gewünschte Ansicht einfängt, die das Rendering später haben soll. Die Kamera befindet sich unter der Registerkarte „Ansicht“ im Werkzeug „3D-Ansicht“. Platziert wird sie am besten in einer Grundrissansicht oder im Lageplan. Anschließend erscheint die zugehörige 3D-Anicht automatisch aus Sicht der Kameralinse. In dieser Ansicht kann der Zuschneidebereich der Kamera mithilfe der kleinen blauen Steuerelemente eingestellt werden (siehe Abbildung 7.6). Ist der Zuschneidebereich eingestellt, wird im nächsten Schritt der Detaillierungsgrad festgelegt und das Dialogfeld „Rendern“ kann geöffnet werden. Dieses befindet sich einerseits unter der Registerkarte „Ansicht“ in der Gruppe „Grafik“ und andererseits in den „Steuerelementen für 3D-Ansichten“.

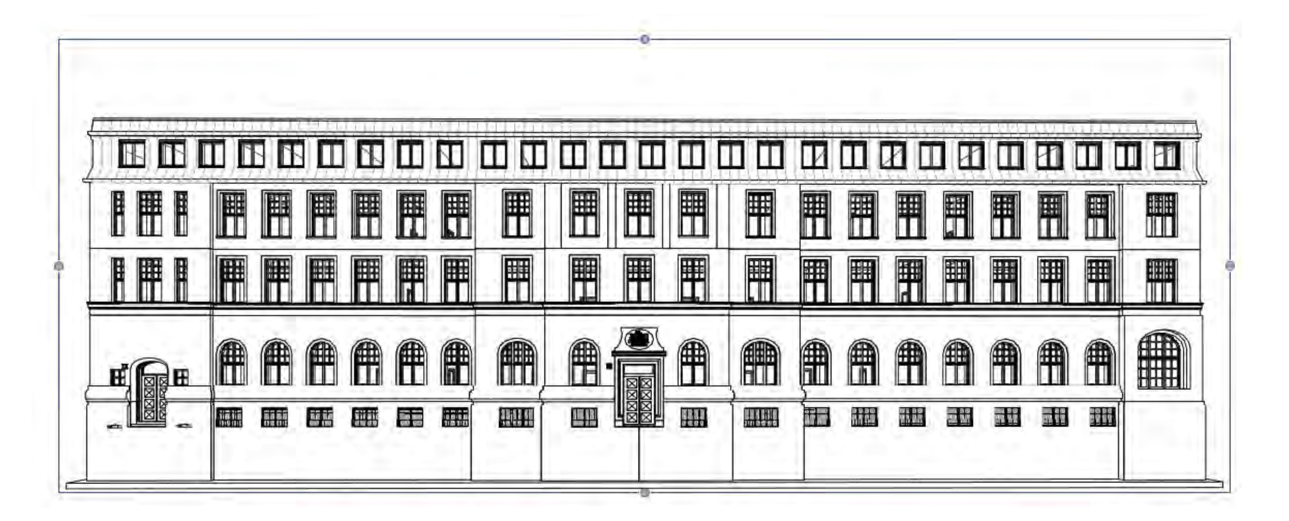


Abbildung 7.6: Ansicht aus Sicht der zuvor platzierten Kameralinse. Der Zuschneidebereich kann mithilfe der kleinen blauen Kreise, die in horizontaler und vertikaler Richtung verschiebbar sind, eingestellt werden.

In der nachfolgenden linken Abbildung ist das Dialogfeld „Rendern“ dargestellt. Dort kann unter anderem die Qualität eingestellt werden, die das erzeugte Bild nach dem Rendervorgang haben soll. Außerdem lässt sich das Ausgabemedium bestimmen und es können Einstellungen bezüglich der Beleuchtung und des verwendeten Hintergrunds gemacht werden. Schließlich lässt sich noch die Belichtung des gerenderten Bildes anpassen. Diese kann sowohl vor als auch nach dem Rendervorgang eingestellt werden, um das Rendering noch realistischer wirken zu lassen. In Abbildung 7.7 ist rechts das Dialogfeld der Belichtungssteuerung abgebildet.

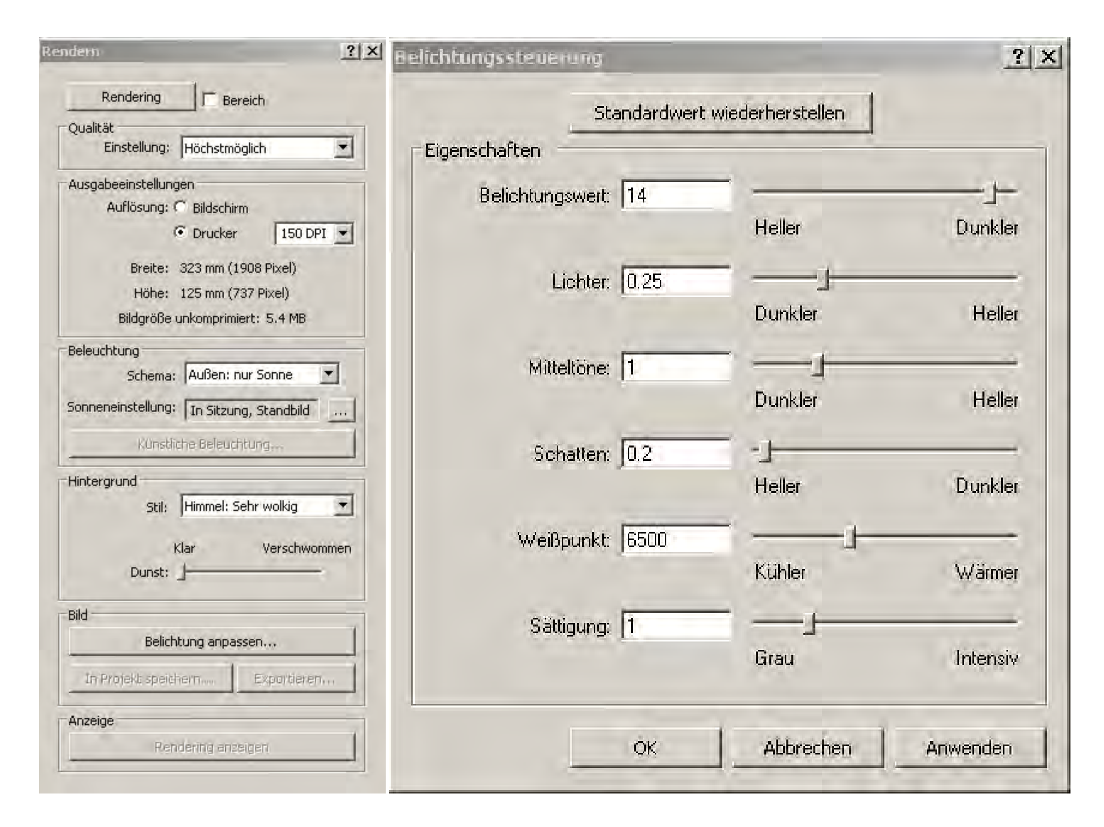


Abbildung 7.7: Dialogfeld Rendern, dargestellt mit gewählten Rendereinstellungen (links). Dialogfeld Belichtungssteuerung, dargestellt mit vordefinierten Standardwerten (rechts).

Die gerenderten Bilder des Gebäudemodells wurden jeweils mit feinem Detaillierungsgrad in der höchstmöglichen Qualität erstellt. Dabei wurde unter den Ausgabeeinstellungen der „Drucker“ mit 150 DPI gewählt. Da in dem Gebäudemodell keine Beleuchtung angebracht ist, wurde als Schema die Sonne gewählt und zwar mit den oben beschriebenen Sonneneinstellungen vom 24. Februar 2012 (vgl. Abbildung 7.4). Als Hintergrund wurde ein sehr wolkiger Stil ohne Dunst gewählt. Die Belichtung wurde hinterher entsprechend angepasst. Dadurch wurde das optische Erscheinungsbild der gerenderten 3D-Ansicht noch realistischer abgebildet. Hierzu wurden in der Belichtungssteuerung die Einstellungen für den Schattenwurf sowie der Weißabgleich, der die Lichtwärme des gerenderten Bildes bestimmt, deutlich erhöht. Außerdem wurde die Sättigung der Farben minimal auf 1,1 Punkte intensiviert. Die 3D-Ansicht aus Abbildung 7.6 ist in Abbildung 7.8 als gerendertes Bild dargestellt, in dem die Belichtung des Bildes wie oben beschrieben angepasst wurde.



Abbildung 7.8: In Revit Architecture 2012 erzeugtes Rendering mit den oben beschriebenen Rendereinstellungen. Dargestellt ist die West-Fassade des Gebäudemodells.

Kapitel 8

Zusammenfassung und Fazit

Durch zunehmend komplexer werdende Bauprojekte, die einerseits immer schneller und andererseits zu immer geringeren Kosten abgewickelt werden sollen, steht die Baubranche vor einem Wandel um sich diesen Gegebenheiten anzupassen. Um Baukosten im Bereich der Koordination, dem Einsatz von Materialen und der Zusammenarbeit von Mitarbeitern einzusparen, streben Bauunternehmen heutzutage nach neuen Wegen und Lösungen.

Die BIM-Software der Firma Autodesk soll dabei eine zentrale Rolle spielen. So verspricht Autodesk, Unternehmen, die ihre Softwarelösungen einsetzen, einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Unternehmen, die mit herkömmlicher CAD-Software arbeiten. Dadurch sollen bessere Auftragschancen für planende und ausführende Unternehmen im Bereich der Baubranche geschaffen werden. Mithilfe eines intelligenten Building Information Models sollen zudem zeit- und kostenintensive Abstimmungsfehler zwischen den Beteiligten vermieden und somit ein effizienteres Arbeiten ermöglicht werden.

Bei der Modellierung des Gebäudemodells hat sich einerseits herausgestellt, dass Autodesk Revit Architecture 2012 ein sehr komplexes Programm mit unzähligen Möglichkeiten darstellt. Von daher ist ein produktiver und gewinnbringender Nutzen nur gewährleistet, wenn zukünftige Anwender das Arbeiten mit Revit Architecture 2012 in Form von Schulungen erlernen und anschließend genügend Zeit haben, sich mit dem Programm vertraut zu machen. Bei der Modellierung gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die zum selben Ergebnis führen. Dabei sind einige wenige Methoden besonders effektiv. Andere Methoden nehmen sehr viel Zeit in Anspruch und wirken umständlich. Ein weiterer Grund, der die Bedeutung bekräftigt, Anwendern eine entsprechende Schulung zu bieten.

Bei der Modellierung des Gebäudes IV der Technischen Universität München hat sich andererseits herausgestellt, dass Autodesk Revit Architecture 2012 ein sehr vielseitiges Programm darstellt, das zahlreiche Möglichkeiten im Bereich der Bauwerksmodellierung bietet. Neben herkömmlichen CAD-Anwendungen bietet das Programm eine objektorientierte Software mit materialspezifischen und bauteilorientierten Eigenschaften, in der nahezu jedes Bauteil, das in realen Projekten benötigt wird, wirklichkeitsgetreu erstellt werden kann. Damit lassen sich in der Planungsphase bereits viele verschiedenen Varianten von einzelnen Bauteilen oder ganzen Gebäuden erstellen und diskutieren. Die vorhandene Parametrik bietet einerseits die Möglichkeit einzelne Elemente oder Teile eines Revit-Projektes in kürzester Zeit, in Bezug auf deren geometrische oder materialspezifische Eigenschaften, zu verändern. Andererseits kann das Erstellen von parametrischen Abhängigkeiten sehr viel Zeit in Anspruch nehmen und ist in dieser Hinsicht verbesserungswürdig. Die Möglichkeiten das Gebäude zu Visualisieren sind vielseitig und von sehr guter Qualität. Die Benutzeroberfläche ist anwenderfreundlich gestaltet und hält sehr viele Informationen bereit. Auch der Softwarehersteller bemüht sich mit zahlreichen Hilfestellungen dem Anwender tatkräftig zur Seite zu stehen. So stellt die Firma Autodesk auf ihrer Internetseite zahlreiche Lehrinhalte in

Form von Benutzerhandbüchern sowie Videoanleitungen und Selbstlerneinheiten zur Verfügung.

Bis auf kleinere Schwächen kann also zusammenfassend gesagt werden, dass das Programm sehr viel Potenzial in sich birgt und nach einer gewissen Einarbeitungszeit einen sehr viel höheren Wirkungsgrad erzielt als traditionelle CAD-Programme.

Anhang A

Pläne und gerenderte Bilder des Gebäudemodells

A.1 Generierter Plan

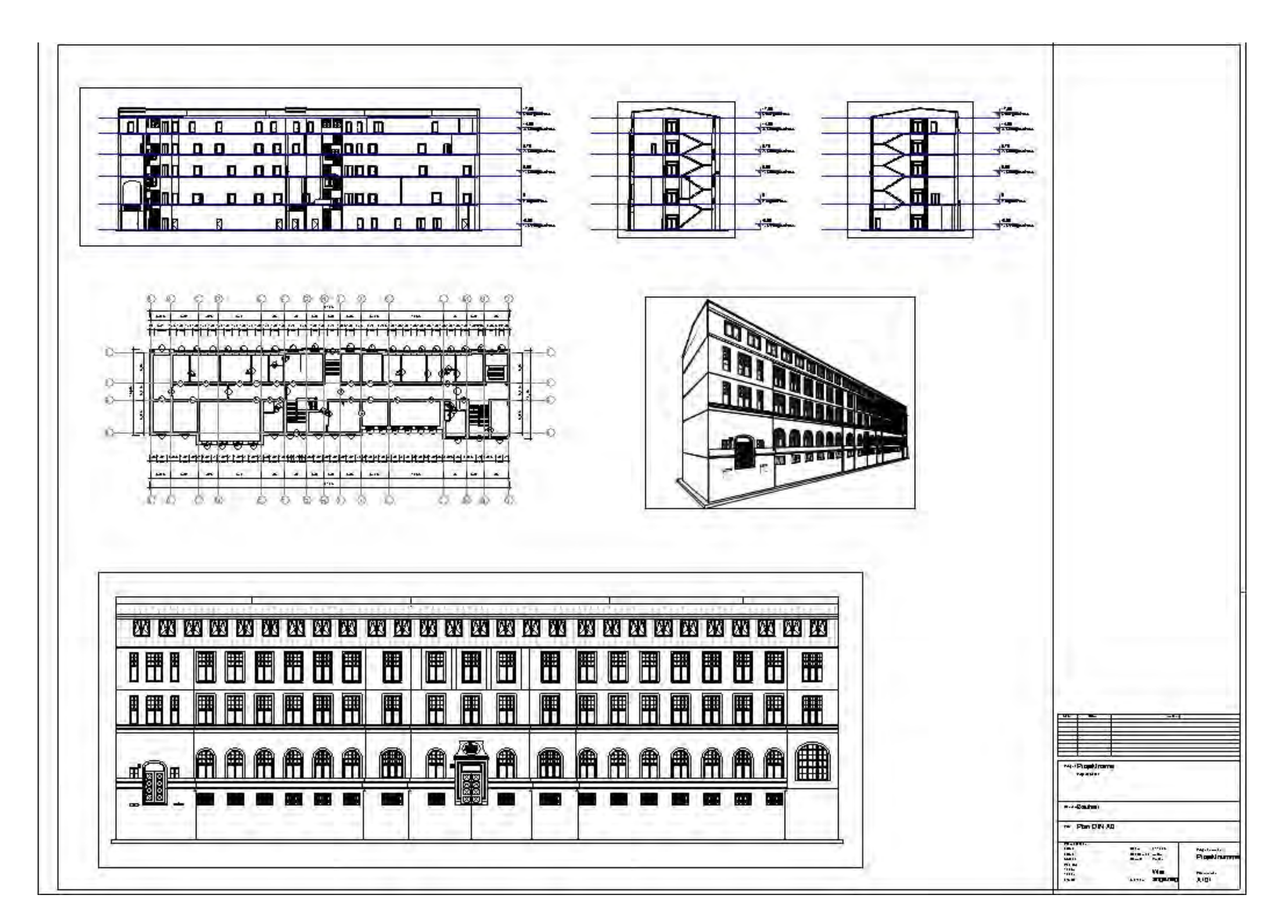


Abbildung A.0: Plan DIN A0 TU München Gebäude IV

A.2 Gerenderte 3D-Ansichten



Abbildung A.1: 3D-Ansicht West-Fassade 150 DPI, Belichtung angepasst.

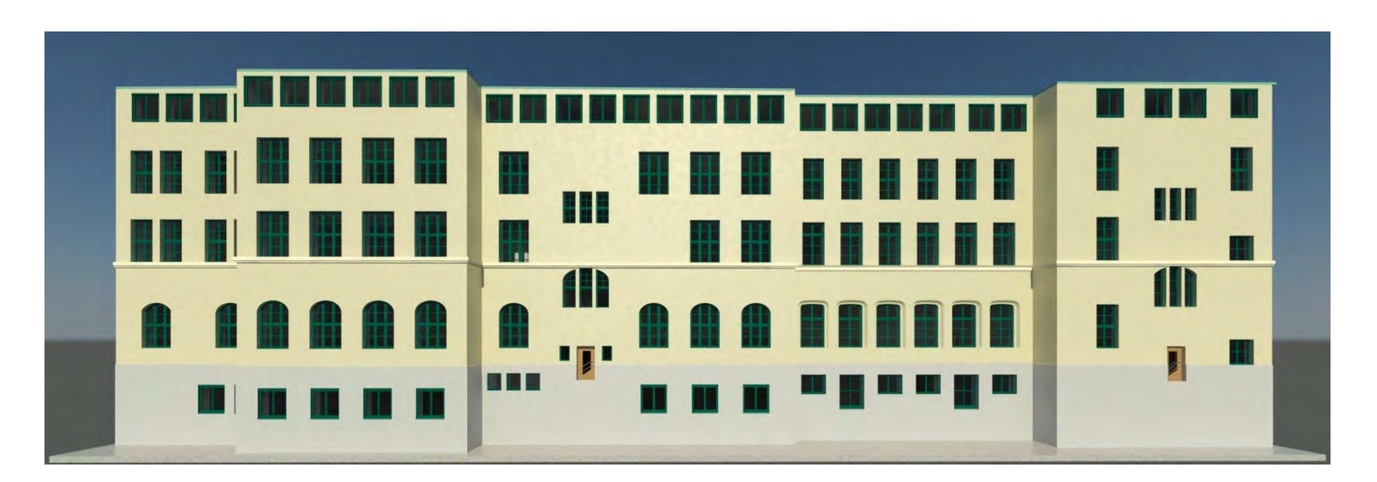


Abbildung A.2: 3D-Ansicht Ost-Fassade 150 DPI, Belichtung angepasst.



Abbildung A.3: 3D Ansicht Nordwest-Fassade 300 DPI.



Abbildung A.4: 3D-Ansicht, Nordwest-Fassade 300 DPI, Belichtung angepasst.



Abbildung A.5: 3D-Ansicht Südwest-Fassade 150 DPI, Belichtung angepasst.



Abbildung A.6: 3D-Ansicht Nordost-Fassade 150 DPI, Belichtung angepasst.

Anhang B

Compact Disc

Auf der beigefügten Compact Disc sind folgende Datenenthalten:

- Der schriftliche Teil der Arbeit als Worddokument und als PDF
- Das Gebäudemodell der TU München als Zentraldatei und lokale Kopie
- Die erstellten Familien im Ordner Zusätze
- Ein Lageplan des TU München Geländes
- Die gerenderten 3D-Ansichten
- Eine IFC- und FBX-Datei des Gebäudemodells
- Ein Rundflug sowie ein Walkthrough im Ordner Kamerafahrt

Abkürzungsverzeichnis

2D	Zweidimensional
3D	Dreidimensional
AEC	Architecture, Engineering and Construction
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
cm	Centimeter
DPI	dots per inches
DWG	Drawing
DXF	Drawing Exchange Format
FBX	Datenaustauschformat der Firma Autodesk
GB	GigaByte
GHz	GigaHertz
IFC	Industry Foundation Classes
m	Meter
MB	MegaByte
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing
mm	Millimeter
NBIMS	National Building Information Modeling Standard
NIBS	National Institute of Building Sciences
RAM	Random-Access Memory (Arbeitsspeicher)
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TU	Technische Universität
WAN	Wide Area Network

Literaturverzeichnis

Autodesk. (2010). *Familienhandbuch - Übungslektionen (Metrisch).*

Autodesk. (2010). *http://usa.autodesk.com/.* Von http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=14997002 abgerufen

Autodesk. (2011). Revit Architecture 2011 User Guide .

Eastman, C. (2011). *BIM Handbook-A GUIDE TO BUILDING INFORMATION MODELING FOR OWNERS, MANAGERS, DESIGNERS, ENGINEERS, AND CONTRACTORS.*

NIBS, C. o. (2008). Commitee of the National Institute of Building Sciences.

Ritter, F. (2011). Untersuchung der Möglichkeiten und Vorteile des modellgestützten kooperativen Planens anhand von Autodesk Produkten. München.

Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Bachelor-Thesis selbstständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ich versichere außerdem, dass die vorliegende Arbeit noch nicht einem anderen Prüfungsverfahren zugrunde gelegen hat.

München, 27. Februar 2012

Michael Weinholzer

Michael Weinholzer